This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

UCD LIBRARY

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

LILLE. — IMPRIMERIE LE BIGOT FRÈRES

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

QUATRIEME SÉRIE

4

TOME DEUXIÈME

1902

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, Rue Serpente, VI

1902

UCB LIBRARY

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

LISTE DES ANCIENS PRÉSIDENTS

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(† indique les Présidents décédés).

	MM.
1830.	† Ami Boué.
	† de Roissy.
1831.	† Cordier.
1832.	† Brongniart (Alex.).
1833.	† de Bonnard.
1834.	† Constant Prévost.
1835.	† Ami Boué.
1836.	† Élie de Beaumont.
1837.	† Dufrénoy.
1838.	† Cordier.
1839.	† Constant Prévost.
1840.	† Brongniart (Alex.).
1841.	† Passy.
1842.	† Cordier.
1843.	† d'Orbigny (Alcide).
1844.	† d'Archiac.
1845.	† Élie de Beaumont.
1846.	† de Verneuil.
1847.	† Dufrénoy.
1848.	† Michelin.
1849.	† d'Archiac.

	MM.
1850.	† Élie de Beaumont.
1851.	† Constant Prévost.
1852.	† d'Omalius d'Halloy.
1853.	† de Verneuil.
1854.	† d'Archiac.
1855.	† Élie de Beaumont.
1856.	† Deshayes.
1857.	Damour.
1858.	† Viquesnel.
1859.	† Hébert.
1860.	† Levallois.
1861.	† Sainte-Claire Deville (Ch.).
1862.	† Delesse.
1863.	Gaudry (Albert).
1864.	† Daubrée.
1865.	† Gruner (L.).
1866.	† Lartet (Edouard).
1867.	† de Verneuil.
1868.	† Belgrand.
1869.	† de Billy.

	MM.		MM.
1870. 1871.	† Gervais (P.).	1886.	† Cotteau.
1872.	† Hébert.	1887.	Gaudry (Albert).
1873.	† de Roys (le marquis).	1888.	Schlumberger.
1874.	† Cotteau.	1889.	† Hébert.
1875.	† Jannettaz (Ed.).	1890.	Bertrand (Marcel).
1876.	Pellat (Ed.).	1891.	Munier-Chalmas.
1877.	† Tournouër.	1892.	Michel-Lévy.
1878.	Gaudry (Albert).	1893.	Zeiller.
1879.	† Daubrée.	1894.	Gosselet.
1880.	de Lapparent (Albert).	1895.	Linder.
1881.	† Fischer.	1896.	Dollfus (Gustave),
1882.	Douvillé.	1897.	Barrois (Charles).
1883.	† Lory (Ch.).	1898.	Bergeron (Jules).
1884.	Parran.	1899.	de Margerie (Emm.).
1885.	† Mallard.	1900.	de Lapparent (Albert).
		1901.	Carez (Léon).

LISTE DES LAURÉATS
DU PRIX VIQUESNEL

	MM.		MM.
1876.	Munier-Chalmas.	1884.	Leenhardt.
1877.	Barrois (Ch.).	1887.	Michel-Lévy.
1878.	Fabre (G.).	1890.	Bergeron (J.).
1879.	† Fontannes (F.).	1893.	Haug.
1880.	† Hermite.	1896.	Cossmann.
1881.	Œhlert.	1898.	Glangeaud (Ph.).
1882.	Vasseur.	1900.	Choffat (Paul).
1883.	Dollfus (G.).		

LISTE DES LAURÉATS
DU PRIX FONTANNES

	MM.		MM.
1889.	Bertrand (Marcel).	1897.	Boule (Marcellin).
1891.	Barrois (Ch.).	1899.	Ficheur.
1893.	Kilian.	1901.	Paquier (V.-L.).
1895.	Delafond.		

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

ANNÉE 1902

BUREAU

Président :

M. Emile Haug

Vice-Présidents :

MM. M. Boule.
L. Gentil.

MM. M. Lugeon.
G. Mouret.

Secrétaires :

Pour la France :
M. L. Mémin.

Pour l'Etranger :
M. J. Giraud.

Vice-Secrétaires :

M. P. Lemoine.

M. H. Sage.

Trésorier :

M. A. Boistel.

Archiviste :

M. G. Ramond.

CONSEIL

(Le Bureau fait essentiellement partie du Conseil [art. IV des statuts])

MM. Emm. de Margerie.
A. Gaudry.
Munier-Chalmas.
P. Termier.
A. de Lapparent.
H. Douvillé.

MM. L. Cayeux.
Gustave Dollfus.
L. Carez.
L. Janet.
A. Thévenin.
L. Pervinquière.

MEMBRES A PERPÉTUITÉ [1]

† Barotte (J.).
† Bazille (Louis).
† Cotteau (Gustave).
† Daubrée.
† Dollfus-Ausset (Daniel).
† Fontannes.
† Jackson (James).
† Grad (Ch.).
† Lagrange (le Docteur).
† Lamothe (de), Colonel d'artillerie.
† Levallois (J.).
† Parandier.
† Prestwich.
† Roberton (le Docteur).
† Tournouër.
† Verneuil (Edouard de)
† Viquesnel.
† Virlet d'Aoust (Pierre-Théodore).
Bibliothèque de l'Université de Bale (Suisse).
Compagnie des Chemins de fer de Paris a Lyon et a la Méditerranée, 88, rue Saint-Lazare, Paris.
Compagnie des Forges de Chatillon-Commentry, 19, rue de la Rochefoucauld, Paris.
Compagnie des Minerais de Fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 26, avenue de l'Opéra, Paris.
Compagnie des Mines de la Grand'Combe, 17, rue Laffite, Paris.
Compagnie Parisienne d'Éclairage et de Chauffage par le Gaz, 6, rue Condorcet, Paris.
Société anonyme des Houillères de Bessèges et Robiac, 17, rue Jeanne-d'Arc, Nîmes (Gard).

MEMBRE DONATEUR

† Madame Fontannes.

1. Sont *membres à perpétuité* les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (*Décision du Conseil* du 2 novembre 1840).

† Indique les membres à perpétuité décédés.

LISTE GÉNÉRALE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

AU 1er JANVIER 1902

(Le signe [P] indique les membres à perpétuité et l'astérisque * les membres à vie).

MM.

1878 ADAN DE YARZA (R.), Ingénieur des Mines, Lequeitio (Vizcaya, Espagne).

1889 AGUILERA (José-G.), Director del Instituto Geologico, 2, calle del Paseo Nuevo, Mexico [D. F.] (Mexique).

1867 AGUILLON, Inspecteur général des Mines, 71, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris, VIII.

1898 ALLARD (Joseph-Alexandre), Ingénieur des Arts et Manufactures, Voreppe (Isère).

1878 ALMERA (le Chanoine Jaime), 1, 3o, calle Sagristans, Barcelone (Espagne).

1899 AMIOT (Henri), Ingénieur en chef des Mines, adjoint à la Direction de la Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 4, rue Weber, Paris, XVI,

1896 ANASTASIU (Victor), Docteur ès sciences, Professeur au Lycée Lazar, rue Virgiliu, Bucarest (Roumanie).

1895 ARCTOWSKI (Henryk), Membre de l'Expédition Antarctique belge, 103, rue Royale, Bruxelles (Belgique).

1875 ARNAUD (F.), Notaire, Barcelonnette (Basses-Alpes).

1857 10 ARNAUD (H.), Avocat, 23, rue Froide, Angoulême (Charente).

1896 ARTHABER (Dr Gustav von), Privatdocent de Paléontologie à l'Université, 10, Heugasse, Vienne IV (Autriche).

1888* AUBERT (Francis), Ingénieur au Corps des Mines, Amiens (Somme).

1898 AUBERT (Henri), Docteur en médecine, 50, rue de Moscou, Paris, VIII.

1877 AULT-DUMESNIL (d'), 1, rue de l'Eauette, Abbeville (Somme), et 228, rue du Faubourg-St-Honoré, Paris.

1899 AUTHELIN (Charles), Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1889 Azéma (Joseph), Licencié ès-sciences, 14, rue de la Mairie, Pamiers (Ariège).

1901 Azéma (Léon), Commandant au 102e Régiment d'Infanterie, 24, rue Duroc, Paris, VII.

1900* Babinet (Jacques-André), Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, 5, rue Washington, Paris, VIII.

1899 Balsan (Charles), Manufacturier, Député de l'Indre, 8, rue de La Baume, Paris, VIII.

1875* 20 Bardon (Paul), 16, rue Champfeuillard, Sens (Yonne).

1901 Barré (le Commandant), 10, Avenue Henri-Martin, Paris, XVI.

1880* Barret (l'abbé), Doyen de Formeries (Oise).

1873* Barrois (Charles), Professeur-adjoint à l'Université (Faculté des Sciences), 37, rue Pascal, Lille (Nord), et 9, rue Chomel, Paris, VII.

1899 Barthélemy (François), 3, place Sully, Maisons-Laffitte (Seine-et-Oise).

1864* Bary (Émile de), Guebwiller (Alsace).

1885 Bayle (Paul), Directeur des mines et usines de la Société lyonnaise, Autun (Saône-et-Loire).

1886 Beaugey, Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 38, rue Boileau, Paris, XVI.

1881 Beigbeder (David), Ingénieur, 125, avenue de Villiers, Paris, XVII.

1901 Bel (Jean-Marc), Ingénieur civil des Mines, 4, place Denfert-Rochereau, Paris, XIV.

1878* 30 Bergeron (Jules), Docteur ès-sciences, Professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, Directeur-adjoint du laboratoire des recherches de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences, Sorbonne), 157, boulevard Haussmann, Paris, VIII.

1894 Bernard (Augustin), Professeur de Faculté, 61, rue Scheffer, Paris, XVI.

1894 Béroud (l'abbé J. M.), Mionnay (Ain).

1890 Bertrand (Léon), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 12, rue Saint-Antoine-du-T., Toulouse (Haute-Garonne).

1878 Bertrand (Marcel), Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 75, rue de Vaugirard, Paris, VI.

1891 Bibliothèque de l'Université catholique de Louvain, 22, rue Neuve, Louvain (Belgique).

1889 [P] Bibliothèque de l'Université de Bâle (Suisse).

1890 BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).*

1890 BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE de Grenoble (Isère).

1884 BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE de Montpellier (Hérault).

1883 40 BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ de Strasbourg (Alsace-Lorraine).

1884 BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE de Médecine et Sciences, Allée Saint-Michel, Toulouse (Haute-Garonne).

1878 BIDOU, Agent général du Comptoir métallurgique de Longwy, château de Leny, par Cons-la-Grainville (Meurthe-et-Moselle).

1887 BIGOT, Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Caen (Calvados).

1865* BIOCHE (Alphonse), Trésorier du 1er Congrès géologique international, 53, rue de Rennes, Paris, VI.

1879* BISCHOFFSHEIM (R.), Banquier, 3, rue Taitbout, Paris, IX.

1896 BIZARD (René), Avocat, Chargé de cours à la Faculté libre des Sciences, 23, rue des Arènes, Angers (Maine-et-Loire).

1882 BLANFORD (W.-T.), Bedford gardens, 72, Campden Hill, W., Londres.

1893 BLAYAC (J.), Préparateur à l'Université (Faculté des Sciences, Sorbonne), 22, boulevard Saint-Marcel, Paris, V.

1897 BOCA, Licencié ès-sciences, 3, rue du Regard, Paris, VI.

1896 50 BOFILL Y POCH (Arthuro), Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Barcelone, calle de las Cortès, Barcelone (Espagne).

1892 BOGDANOWITCH (Ch.). Ingénieur des Mines, Louga (Gouvernement de Saint-Pétersbourg, Russie).

1881 BOISSIÈRE (Albert), Ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, 124, boulevard de Magenta, Paris, X.

1893 BOISTEL (A.), Professeur à l'Université (Faculté de Droit), 28, rue Gay-Lussac, Paris, V.

1901 BOISTEL (Louis), 28, rue Gay-Lussac, Paris, V.

1882* BONAPARTE (le Prince Roland), 10, avenue d'Iéna, Paris, XVI.

1855 BONNARDOT (Léon), Varennes-le-Grand, par Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire).

1901 BONNES (F.), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Ecole des Mineurs, Alais (Gard).

1890 BOONE (l'abbé René), Curé de Sepvret, par Melle-sur-Béronne (Deux-Sèvres).

1857 BOREAU-LAJANADIE (Charles), 30, Pavé des Chartrons, Bordeaux (Gironde).

1878 60 BORNEMANN (L.-G.), Eisenach (Saxe-Weimar).

1899 BÖSE (Dr Emilio), Docteur ès-sciences, Géologue de l'Institut géologique du Mexique, 2, calle del Paseo Nuevo, Mexico [D. F.] (Mexique).

1878 BOTTI (U.), Reggio di Calabria (Italie).

1900 BOUBÉE (Ernest), Naturaliste, 3, place Saint-André-des-Arts, Paris, VI.

1896 BOUHARD, 30, avenue de l'Observatoire, Paris, XIV.

1893 BOULAY (l'abbé), Professeur à l'Institut catholique, 5, rue Mercier, Lille (Nord).

1884* BOULE (Marcellin), Assistant au Muséum d'Histoire naturelle (Laboratoire de Paléontologie), 3, place Valhubert, Paris, V.

1901 BOURDON (Maxime), 55, avenue Bugeaud, Paris, XVI.

1884 BOURDOT (Jules), Ingénieur civil, 44, rue de Château-Landon, Paris, X.

1881 BOURGEAT (l'abbé), Doyen de la Faculté des Sciences de l'Institut catholique, 15, rue Charles-de-Muyssart, Lille (Nord).

1887 70 BOURGERY, ancien Notaire, Nogent-le-Rotrou (Eure-et-Loir).

1889 BOURSAULT (Henri), 12, rue Stephenson, Paris, XVIII.

1861 BOUTILLIER (Louis), Roncherolles-le-Vivier, par Darnetal (Seine-Inférieure).

1892 BRALY (Adrien), Ingénieur des Mines, Doubovaïa Balka, par Krivoï-Rog, province de Kherson (Russie).

1898 BRANNER (J. C.), Professeur de Géologie, Stanford University (California, Etats-Unis).

1895 BRAULT (Henry-Ch.), Propriétaire, 72, rue de Rambuteau, Paris, I.

1877 BRÉON (René), Collaborateur au Service de la carte géologique, Semur (Côte-d'Or).

1898 BRESSON, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Besançon (Doubs).

1865* BRETON, Chef de section en retraite de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, 3, boulevard Victor Hugo, Bar-sur-Aube (Aube).

1893 BRIVES (Abel) Docteur ès-sciences, Collaborateur au Service géologique d'Algérie, Préparateur à l'Ecole supérieure des Sciences d'Alger, Mustapha (Alger).

1901 80 BROUET (G.), Chimiste de la station agronomique de Laon, avenue Brunehaut, Laon (Aisne).

1897 BRUNHES (Jean), Professeur de géographie à l'Université, 314, rue Saint-Pierre, Fribourg (Suisse).

1859 BUREAU (Edouard), Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, 24, quai de Béthune, Paris, IV.

1880* BUREAU (Louis), Professeur à l'Ecole de Médecine, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle, 15, rue Gresset, Nantes (Loire-Inférieure).

1883 BUSQUET (Horace), Chef des Services des mines du Creuzot, Collaborateur-adjoint à la carte géologique de France, La Machine (Nièvre).

1882 CALDERON (Dr Salvador), Professeur de Minéralogie à l'Université, 9, Sagasta, Madrid (Espagne).

1898 CAMBESSEDÈS (Félix), Ingénieur, 63, avenue de la Grande-Armée, Paris, XVI.

1895 CANU (Ferdinand), 19, rue Campagne-Première, Paris, XIV.

1859* CAPELLINI (Giovanni), Sénateur, Professeur de Géologie à l'Université, Bologne (Italie).

1882 CARALP, Professeur-adjoint de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 21, rue Rémusat, Toulouse (Haute-Garonne).

1887 90 CARAVEN-CACHIN (Alfred), Secrétaire de la Commission des Antiquités du Tarn, Salvagnac (Tarn).

1875* CAREZ (Léon), Docteur ès-sciences, Directeur de l'Annuaire géologique, licencié en droit, 18, rue Hamelin, Paris, XVI.

1879 CARNOT (Adolphe), Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, directeur de l'Ecole nationale des Mines, 60, boulevard Saint-Michel, Paris, VI.

1890 CARRIÈRE, 4a, rue Agrippa, Nîmes (Gard).

1891 CAYEUX (Lucien), Docteur ès-sciences, Professeur à l'Institut national agronomique, Préparateur à l'Ecole des Mines et à l'Ecole des Ponts et Chaussées, 60, boulevard Saint-Michel, Paris, VI.

1859 CAZALIS DE FONDOUCE (Paul), 18, rue des Etuves, Montpellier (Hérault).

1888 CAZIOT, Chef d'escadron d'artillerie, en retraite, 24, quai Lunel, Nice (Alpes-Maritimes).

1879 CHAIGNON (le vicomte de), Condal, par Dommartin (Saône-et-Loire).

1902 CHANEL (Emile), Professeur au Lycée, Président de la Société des naturalistes de l'Ain, Bourg (Ain).

1880 CHAPUIS (Albert), Juge au Tribunal de Commerce de la Seine, 45, rue de Maubeuge, Paris, IX.

1869* 100 CHARREYRE (l'abbé), 17, rue Fénelon, Paris, X.

1880 CHARTRON (C.), rue Sainte-Marguerite, Luçon (Vendée).

1898 CHATELET (Casimir), 6, rue Galante, Avignon (Vaucluse).

1884 CHAUVET, Notaire, Ruffec (Charente).

1883 CHELOT (Emile), Licencié ès-sciences, 82, rue Monge, Paris, V.

1890 CHEUX (Albert), Directeur de l'Observatoire de la Baumette, près Angers (Maine-et-Loire).

1875* CHOFFAT (Paul), Collaborateur au Service de la Carte du Portugal, 113, rua do Arco a Jesu, Lisbonne (Portugal); et 21, rue Saint-Laurent, Bordeaux.

1880* CLOËZ (Charles-Louis), Répétiteur à l'Ecole polytechnique, 9, rue Guy-de-la-Brosse, Paris, V.

1854* COCCHI (J. Igino), Professeur de Géologie à l'Institut des Hautes-études, 51, via Pinti, Florence (Italie).

1880 COLLET (Pierre), Sainte-Menehould (Marne).

1873* 110 COLLOT (Louis), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 4, rue du Tillot, Dijon (Côte-d'Or).

1882 COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST (LE PRÉSIDENT DE LA), 4 bis, rue de Strasbourg, Paris, X.

1879 [P] COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE (LE PRÉSIDENT DE LA), 88, rue Saint-Lazare, Paris, IX.

1882 [P] COMPAGNIE DES FORGES DE CHATILLON-COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS (ALLIER), 19, rue de La Rochefoucauld, Paris, IX.

1879 [P] COMPAGNIE DES MINERAIS DE FER MAGNÉTIQUE DE MOKTA-EL-HADID, 26, avenue de l'Opéra, Paris, I.

1879 [P] COMPAGNIE DES MINES DE LA GRAND'COMBE (GARD), 13, rue Saint-Lazare, Paris, IX.

1882 [P] COMPAGNIE PARISIENNE D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ, 6, rue Condorcet, Paris, IX.

1901 CORBIN (Paul), Directeur de la fabrique électro-hydraulique de Chedde, par le Fayet-Saint-Gervais (Haute-Savoie).

1900 CORD (Ernest), Ingénieur-agronome, 9, rue Claude-Bernard, Paris, V.

1873 CORTAZAR (Daniel de), Ingénieur des Mines, Sous-Directeur du Service de la Carte géologique d'Espagne, 25, calle Isabel la Catolica, Madrid (Espagne).

1883 120 COSSMANN (Maurice), Ingénieur-chef des Services techniques de l'Exploitation du Chemin de fer du Nord, 95, rue de Maubeuge, Paris, X.

1889 COSTE, Ingénieur des Mines, Directeur des mines de Blanzy, Montceau les-Mines (Saône-et-Loire).

1901 COTTRON, Agrégé des sciences naturelles, Professeur au Lycée Ampère, à Lyon.

1894 COUDERC, Aubenas (Ardèche).

1896 COUNILLON, Chef du Service géologique, Saïgon (Cochinchine).

1899 CREMA (Camillo), Ingénieur des Mines, Royal bureau géologique, 1, via Santa-Suzanna, Rome (Italie).

1875 CROISIERS DE LACVIVIER (C.), Docteur ès-sciences naturelles, villa du Chêne-Vert, Vernajoul, Foix (Ariège).

1891 CUÉNOT, Ingénieur, Angoulême (Charente).

1891 CURET (Albin), Président du Tribunal civil, 48, rue Saint-Savournin, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1897 DAHNE (E. S. Eugenio), Ingénieur des Mines, Agencia das Minas Harqueadas, Porto-Alegre, Rio-Grande-do-Sul (Brésil).

1869* 130 DALE (T. Nelson), Professeur, U. S. Geological Survey, 26, Elizabeth street, Pittsfield (Massachusetts, Etats-Unis).

1901 DALLEMAGNE (Henry), Chef d'exploitation des Gisements métalliques de la Bidassoa, Irun (Espagne).

1840* DAMOUR (A.), Membre de l'Institut, 10, rue Vignon, Paris, IX.

1901 DANILOFF (Eugène), 11, parc de Montretout, Saint-Cloud (Seine-et-Oise).

1873 DANTON, Ingénieur civil des Mines, 6, rue du Général Henrion-Berthier, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1899 DAUTZENBERG (Ph.), 213, rue de l'Université, Paris, VII.

1874* DAVAL, ancien Greffier du Tribunal de Commerce, Saint-Dizier (Haute-Marne).

1878 DAVY (Louis-Paul), Ingénieur chef de service des Forges de Trignac, Chateaubriant (Loire-Inférieure).

1873 DELAFOND (Frédéric), Inspecteur général des Mines, 108, boulevard Montparnasse, Paris, XIV.

1894 DELAGE (A.), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Montpellier (Hérault).

1870* 140 DELAIRE, Ingénieur civil, 238, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.

1896* DELAMARRE (le comte Maurice), 10, rue Las Cases, Paris, VII, et Blois (Loir-et-Cher).

1892* DELEBECQUE (André), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 35, boulevard des Tranchées, Genève (Suisse).

1901 DELÉPINE (l'abbé), Attaché aux Facultés catholiques, 68, boulevard Vauban, Lille (Nord).

1882 DELGADO (J.-F.-N.), Directeur des Travaux géologiques du Portugal, 113, rua do Arco a Jesu, Lisbonne (Portugal).

1881 DEPÉRET (Ch.), Correspondant de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon (Rhône).

1899 DEPRAT (Jacques), 80, rue Michel-Ange, Paris, XVI.

1887 DEREIMS, Docteur ès-sciences, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille, en congé ; Laboratoire de Géologie, Sorbonne, Paris, V.

1880 DESPREZ DE GÉSINCOURT, Inspecteur des Eaux et Forêts, 49, rue Albert Joly, Versailles (Seine-et-Oise).

1866 DETROYAT (Arnaud), Bayonne (Basses-Pyrénées).

1886 150 DEVAUX (Alphonse), Chef de section au Chemin de fer de l'Etat, Loudun (Vienne).

1359 DEWALQUE (G.), Professeur émérite de Minéralogie, de Géologie et de Paléontologie stratigraphique à l'Université, 17, rue de la Paix, Liège (Belgique).

1890 DEYDIER, Notaire, Cucuron (Vaucluse).

1884 DIAVET (l'abbé), Curé de Réveillon, par Mortagne (Orne).

1881 DOLLFUS (Adrien), Directeur de la Feuille des Jeunes Naturalistes, 35, rue Pierre-Charron, Paris, VIII.

1873* DOLLFUS (Gustave-F.), Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de France, 45, rue de Chabrol, Paris, X.

1894 DOLLOT (Auguste), Ingénieur, Correspondant du Muséum d'Histoire Naturelle, 136, boulevard Saint-Germain, Paris, VI.

1898 DONCIEUX, Préparateur au laboratoire de Géologie de l'Université (Faculté des Sciences), 161, rue Victor-Hugo, Lyon (Rhône).

1893 DONNEZAN (Dr Albert), 5, rue Font-Froide, Perpignan (Pyrénées-Orientales).

1894 DORLODOT (M. le Chanoine de), Professeur de Paléontologie à l'Université libre, 44, rue de Bériot, Louvain (Belgique).

1874 160 DOUMERC (Jean), Ingénieur civil des Mines, 61, rue Alsace-Lorraine, Toulouse (Haute-Garonne).

1869* DOUVILLÉ (Henri), Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 207, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.

1901* DOUVILLÉ (Robert), 207, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.

1901 DOUXAMI (Henri), Docteur ès-sciences, Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée Michelet, 105, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VI.

1893 DREYFUS, Professeur au Lycée, Le Puy (Haute-Loire).

1869* DRU (Léon), Ingénieur civil, 28, boulevard Malesherbes, Paris, VIII.

1877 DUEIL (André), Ay (Marne).

1868 DUGNIOLLE (Maximilien), Professeur de Minéralogie et de Géologie à l'Université, 57, Coupure-rive-gauche, Gand (Belgique).

1886 DUMAS, Inspecteur à la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans, 1 bis, place Dumoustier, Nantes (Loire-Inférieure).

1889 DUPARC (Louis), Professeur de Minéralogie à l'Université, Genève (Suisse).

1899 170 DU PASSAGE, Le Quesnoy, par Esdin (Pas-de-Calais).

1863 DUPONT, Directeur du Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles, 31, rue Vautier, Ixelles (Belgique).

1899 DURAND, Conducteur des Ponts et Chaussées, 26, rue Carnot, Périgueux (Dordogne).

1880 DUVERGIER DE HAURANNE (Emmanuel), château d'Herry (Cher).

1901 ESPINAS (Pierre), Licencié ès-sciences, 84, rue du Ranelagh, Paris, XVI.

1878* EVANS (Sir John), D. C. L., F. R. S., F. G. S., Correspondant de l'Institut de France, Nash Mills, Hemel-Hempstead (Hertfordshire, Grande-Bretagne).

1895* EVRARD (Charles), Notaire, Varennes (Meuse).

1868* FABRE (Georges), ancien Élève de l'École polytechnique, Inspecteur des Eaux et Forêts, 26, rue Ménard, Nîmes (Gard).

1866* FAIRMAN (Edward Saint-John), 5, via San Ambrogio, Florence (Italie).

1880 FALLOT (Emmanuel), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 34, rue Castéja, Bordeaux (Gironde).

1863 180 FALSAN (Albert), 48, place Morand, Lyon (Rhône).

1867* FAVRE (Ernest), 6, rue des Granges, Genève (Suisse).

1876 FAYOL (Henri), Directeur général de la Société de Commentry-Fourchambault-Decazeville, 49, rue Bellechasse, Paris, VII.

1887 FÈVRE (Lucien-Francis), Ingénieur au corps des Mines, 31, rue Baudimont, Arras (Pas-de-Calais).

1887 FICHEUR (Emile), Professeur de Géologie à l'Ecole des Sciences d'Alger, Directeur-adjoint du Service de la Carte géologique de l'Algérie, 77, rue Michelet, Mustapha (Alger).

1876 FILHOL (Henri), Membre de l'Institut, Professeur d'Anatomie comparée au Muséum d'Histoire naturelle, 9, rue Guénégaud, Paris, VI.

1884 FINET (Achille), 21, rue Treilhard, Paris, VIII.

1870 FIRKET (Adolphe), Ingénieur en chef, Directeur des Mines, Chargé de cours à l'Université, 28, rue Dartois, Liège (Belgique).

1894 FISCHER (Henri), Docteur ès-sciences, 51, boulevard Saint-Michel, Paris, V.

1887 FLAMAND (G. B. M.), Chargé de cours de Géographie physique du Sahara à l'Ecole supérieure des Sciences d'Alger, 6, rue Barbès, Mustapha (Alger).

1877 190 FLICHE (Paul), Professeur à l'Ecole forestière, 9, rue Saint-Dizier, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1886 FLOT, Professeur au Lycée Charlemagne, 24, rue des Ecoles, Paris, V.

1892 FORTIN (Raoul), Manufacturier, 24, rue du Pré, Rouen (Seine-Inférieure).

1865* FOUQUÉ (F.), Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, 23, rue Humboldt, Paris, XIV.

1873 FOUQUET, 161, boulevard Haussmann, Paris, VIII.

1887 FOURNIER (A.), Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Poitiers (Vienne).

1892 FOURNIER (E.), Chargé du cours de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Besançon (Doubs).

1895 FOURTAU (René), Ingénieur civil, faubourg de Choubrah, Le Caire (Egypte).

1874 FRIREN (l'abbé), Chanoine honoraire, Directeur du Petit-Séminaire, Montigny-lès-Metz (Alsace-Lorraine).

1889 FRITSCH (Dr Antoine), Professeur à l'Université, 66, Wenzels-Platz, Prague (Bohême).

1875* 200 FRITSCH (Carl von), Professeur à l'Université, Halle sur-Saale (Allemagne).

1866* FROSSARD (Charles-Louis), Pasteur de l'Eglise réformée, 3, avenue de Campan, Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).

1896 FUTTERER (Dr Carl), Professeur à la Technische Hochschule, Karlsruhe (Bade, Allemagne).

1900 GAILLARD (Claudius), Chef de Laboratoire au Muséum d'Histoire naturelle, 17, rue Cronstadt, Lyon (Rhône).

1878* GALTON (Sir Douglas), F. R. S., F. G. S., 12, Chester street, Grosvenor place, Londres, S. W. (Grande-Bretagne).

1901 GARDE (Gilbert), Préparateur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1862 GARRIGOU, Docteur en Médecine, 38, rue Valade, Toulouse (Haute-Garonne).

1892 GAUCHERY (Paul), Ingénieur-Architecte, Vierzon (Cher).

1849* GAUDRY (Albert), Membre de l'Institut, Professeur de Paléontologie au Muséum d'Histoire naturelle, 7 bis, rue des Saints-Pères, Paris, VI.

1884 GAUTHIER (Victor), 5, rue des Orfèvres, Sens (Yonne).

1889 210 GAUTIER (Paul), Directeur du Musée Lecocq, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1883 GEANDEY (F.), 11, rue de Sèze, Lyon (Rhône).

1892 GEIKIE (Sir Archibald), Correspondant de l'Institut de France, 28, Jermyn street, London S. W. (Grande-Bretagne).

1884 GENREAU, Ingénieur en chef des Mines, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1892 GENTIL (Louis), Chargé de conférences à l'Université (Faculté des Sciences, Sorbonne), Paris, V.

1889 GEVREY (Frédéric-Charles-Alfred), Conseiller à la Cour d'Appel, 9, place des Alpes, Grenoble (Isère).

1884 GIRANDIER (Gaston), Bagneux (Seine).

1881 GIRARDOT, Docteur en médecine, 15, rue Saint-Vincent, Besançon (Doubs).

1899 GIRAUD (Jean-Louis), Agrégé de l'Université, 9, place de la Nation, Paris, XI.

1892 GLANGEAUD (Ph.), Professeur-adjoint à l'Université (Faculté des Sciences), 14, boulevard Gergovie, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1897 220 GOLFIER, Directeur au collège Calvé, Pondichéry (Indes françaises).

1896 GOLLIEZ (H.), Professeur à l'Université, Villa Bonaventure, Lausanne (Suisse).

1874 GORCEIX, Mont-sur-Vienne, par Bujaleuf (Haute-Vienne).

1856* GOSSELET, Correspondant de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences, 18, rue d'Antin, Lille (Nord).

1889 GOURBINE (Charles-Alfred), 71, rue de l'Université, Paris, VII.

1879 GOURDON (Maurice-Marie), Vice-Président de la Société Ramond, 19, rue de Gigant, Nantes (Loire-Inférieure).

1896 GOUX, Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée, Alger (Algérie).

1880 GRAMONT (le Comte Antoine-Arnaud de), Docteur ès-sciences physiques, 81, rue de Lille, Paris, VII, et Le Vignal, par Gelos (Basses-Pyrénées).

1875 GRAND, Receveur de l'Enregistrement, en retraite, 2, rue Courbet, Toulon (Var),

1877 GRAND'EURY (Cyrille), Correspondant de l'Institut, Ingénieur civil, Professeur à l'Ecole des Mines, 5, Cours Victor Hugo, Saint-Etienne (Loire).

1871* 230 GRANDIDIER (Alfred), Membre de l'Institut, 6, Rond-point des Champs-Elysées, Paris, VIII.

1895 GRENIER (René), Ingénieur des Mines, Pocancy, par Vertus (Marne).

1878 GROSSOUVRE (A. de), Ingénieur en chef des Mines, Bourges (Cher).

1887 GROSSOUVRE (de), Commandant au 65e régiment d'infanterie, 6, rue de Rigny, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1891* GUÉBHARD (Adrien), Agrégé de Physique des Facultés de Médecine, St-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes).

1899 GUILLERMOND, Licencié ès-sciences, 1, place Raspail, Lyon (Rhône).

1890 HAAS (Hippolyte), Dr sc., Professeur à l'Université royale, 28, Moltkestrasse, Kiel (Holstein, Allemagne).

1862* HABETS, Ingénieur des Mines, Professeur à l'Université, 4, rue Paul-Devaux, Liège (Belgique).

1894 HARLÉ (Edouard), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 36, rue Emile-Fourcand, Bordeaux (Gironde).

1897 HARRIS (Geo. F.), 91, Brigstock Road, Thornton Heath, (Surrey, Grande-Bretagne).

1896 240 HARRIS (Gilbert-Denison), Professeur de Paléontologie, Cornell University, Ithaca (Etat de New-York, Etats-Unis).

1884 HAUG (Émile), Professeur-adjoint à l'Université (Faculté des Sciences), Laboratoire de géologie à la Sorbonne, Paris, V, et 14, rue de Condé, Paris, VI.

1885 HENRY, Docteur ès-sciences, ancien Professeur à l'Ecole de Médecine, 37, rue du Clos, Besançon (Doubs).

1888 HENRY (Edmond), Inspecteur des Eaux et Forêts, Répétiteur à l'Ecole forestière, 5, rue Lepois, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1896 HERMANN, Libraire, 8, rue de la Sorbonne, Paris, V.

1869 HOLLANDE, Directeur de l'Ecole préparatoire de l'Enseignement supérieur, 19, rue de Boigne, Chambéry (Savoie).

1896 HOLZAPFEL (Dr), Professeur de Géologie à la Technische Hochschule, Aix-la-Chapelle (Allemagne).

1901 HOUDANT (Pierre-Ferdinand), Lagny (Seine-et-Marne).

1857* HUELIN (Emilio), Ingénieur des Mines, 40, carrera de San-Geronimo, Madrid (Espagne).

1878 HUGHES (Th. Mc K.), Professeur Woodwardien à l'Université, Trinity College, Cambridge (Grande-Bretagne).

1853 250 HUGON (P.), 77, rue de Rennes, Paris, VI.

1899 IMBEAUX, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Docteur en médecine, 9 bis, rue du Montet, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1881 INSTITUT GÉOGNOSTICO-PALÉONTOLOGIQUE de l'Université, Strasbourg (Alsace).

1892 INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE, 16, rue Claude-Bernard, Paris, V.

1901 JACOB, Ingénieur en chef des Mines, Directeur du Service de la carte géologique de l'Algérie, 22, rue de Constantine, Alger.

1894 JACQUEMET (E.), Docteur en médecine, Saint-Thibéry (Hérault).

1895 JACQUINET, Agent comptable de la Marine, 10, avenue Colbert, Toulon (Var).

1852 JACQUOT (E.), Inspecteur général des Mines, en retraite, 83, rue de Monceau, Paris, VIII.

1899 JÆKEL (Dr Otto), Professeur à l'Université, 43, Invalidenstrasse, Berlin N. W. (Allemagne).

1896 JANET (Armand), ancien Ingénieur de la Marine, 29, rue des Volontaires, Paris, XV.

1877* 260 JANET (Charles), Ingénieur des Arts et Manufactures, Docteur ès-sciences, ancien Président de la Société Zoologique de France, Beauvais (Oise).

1882* JANET (Léon), Ingénieur en chef au corps des Mines, 87, boulevard Saint-Michel, Paris, V.

1886 JANNEL (C.), Géologue de la Voie des Chemins de fer de l'Est, en retraite, 25, rue St-Vincent-de-Paul, Paris, X.

1899 JEAN (J.), Propriétaire, Castelbosc, commune d'Alairac, par Arzens (Aude).

1899 JOLEAUD, Sous-Intendant militaire, Avignon (Vaucluse).

1900 JORDAN (Paul), Ingénieur au Corps des Mines, chef du Service des Mines de la Régence, Tunis.

1901 JORISSEN (Eduard), Topographe de la République Sud-Africaine du Transvaal, 4, rue Gaston de Saint-Paul, Paris, VIII.

1897 JOUKOWSKY (Etienne), Ingénieur civil des Mines, Préparateur de Géologie au Musée de Genève (Suisse).

1863 JOURDY (Général Em.), Commandant l'Artillerie du 2e Corps d'armée, La Fère (Aisne).

1873 JOUSSEAUME, Docteur en médecine, 29, rue de Gergovie, Paris, XIV.

1900 270 JUDENNE (Léon), Dessinateur, 1, rue Louis-Borel, Beauvais (Oise).

1890 JULIANY (J.), 16, rue des Marchands, Manosque (Basses-Alpes).

1869 JULIEN (Pierre-Alphonse), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 40, place de Jaude, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1898 KALKOWSKY (Dr Ernst), Professeur à l'Université, Directeur du Musée royal de Minéralogie et Géologie, 32, Franklinstrasse, Dresde (Allemagne).

1895 KARAKASCH (Dr Nicolas), Privat-docent et Conservateur du Musée géologique de l'Université impériale, Saint-Pétersbourg (Russie).

1870 KEMPEN (Charles van), 12, rue Saint-Bertin, Saint-Omer (Pas-de-Calais).

1899 KERFORNE (Fernand), Docteur ès-sciences, Préparateur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 16, rue de Châteaudun, Rennes (Ille-et-Vilaine).

1881 KILIAN (W.), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 7, boulevard Gambetta, Grenoble (Isère).

1866 KŒNEN (A. von), Geheimer-Bergrath, Professeur de Géologie à l'Université, Gœttingue (Allemagne).

1876 LABAT (A.), Docteur en médecine, 4, rue de Sèvres, Paris, VI.

1891 280 LABORATOIRE DE GÉOLOGIE de la Faculté des Sciences de Caen (Calvados).

1894 LABORATOIRE DE PALÉONTOLOGIE du Muséum d'Histoire naturelle, 3, place Valhubert, Paris, V.

1886 LACROIX (Alfred), Professeur de Minéralogie au Muséum d'Histoire naturelle, 8, quai Henri IV, Paris, IV.

1888 LACROIX (l'abbé E.), Aumônier de la Marine, en retraite, 179, avenue du Roule, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1881 LAFLAMME (Mgr. J. C. K.), Recteur à l'Université Laval, Québec (Canada).

1872* LAMBERT (Jules-Mathieu), Président du Tribunal civil, 57, rue Saint-Martin, Troyes (Aube).

1875 LAMOTHE (Léon-Jean-Baptiste de), Colonel commandant le 5e régiment d'artillerie, Besançon (Doubs).

1901 LAMOTHE (René de), 20, rue de l'Odéon, Paris, VI.

1873* LANDERER (José), 34, rue Caballeros, Valence (Espagne).

1875 LANDESQUE (l'abbé), Propriétaire à Majourès, par Saint-Etienne-de-Villeréal (Lot-et-Garonne).

1880 290 LANGLASSÉ (René), 50, rue Jacques Dulud, Neuilly (Seine).

1885 LANNAT, Chef de section de la Compagnie d'Orléans, 1, rue Verte, Orléans (Loiret).

1896 LANTENOIS, Ingénieur au Corps des Mines, 77, rue Michelet, Mustapha (Alger).

1900 LAPOUKHINE DEMIDOFF (Le Prince), 35, avenue Victor Hugo, Paris, XVI.

1864* LAPPARENT (Albert de), Membre de l'Institut, ancien Ingénieur au Corps des Mines, Professeur à l'Institut catholique, 3, rue de Tilsitt, Paris, VIII.

1890 LASNE (Henry), Ingénieur des Arts et Manufactures, 3, rue des Loges, Montmorency (Seine-et-Oise).

1887* LATASTE, Sous-Directeur du Musée d'Histoire naturelle, Professeur de Zoologie à l'Ecole de Médecine, Casilla 803, à Santiago (Chili), et à Cadillac-sur-Garonne (Gironde).

1897 LATINIS (Léon), Ingénieur, Seneffe (Belgique).

1886 LAUNAY (Louis de), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 134, boulevard Hausmann, Paris, VIII.

1894 LAURANS, Ingénieur en chef des Mines, 9, rue d'Astorg, Paris, VIII.

1863 300 LA VALLÉE POUSSIN (Charles de), Professeur à l'Université, 190, rue de Namur, Louvain (Belgique).

1872* LEBESCONTE (P.), Pharmacien, 15, place du Bas-des-Lices, Rennes (Ille-et-Vilaine).

1884 Le Conte (Albert), Ingénieur des Ponts et Chaussées, Mayenne (Mayenne).

1901 Le Couppey de la Forest (Max), Ingénieur-Agronome, Secrétaire de la Commission d'études des Eaux de la ville de Paris, 60, rue Pierre-Charron, Paris, VIII.

1869* Ledoux (Charles), Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 250, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.

1868 Léenhardt (Franz), Professeur agrégé à la Faculté de Théologie, 12, faubourg du Moustier, Montauban (Tarn-et-Garonne).

1883 Legay (Gustave), Receveur de l'Enregistrement et des Domaines, 22, rue de Flahaut, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1885 Legis (Stanislas), Professeur au Lycée Louis-le-Grand, 78, rue d'Assas, Paris, VI.

1875* Le Marchand (Auguste), Ingénieur civil, 2, rue Traversière, aux Chartreux, Petit-Quevilly (Seine-Inférieure).

1899* Lemoine (Paul), Licencié ès-sciences naturelles, 76, rue Notre-Dame des Champs, Paris, VI.

1890 310 Lennier, Conservateur du Muséum d'Histoire naturelle, Le Hâvre (Seine-Inférieure).

1899 Léon (Paul), Agrégé d'Histoire et de Géographie, 127, boulevard Haussmann, Paris, VIII.

1891 Le Roux, Conservateur du Musée, Annecy (Hte-Savoie).

1898 Leroy (Henry), Avocat, 65, rue Claude-Bernard, Paris, V.

1899 Levat (David), Ingénieur civil des Mines, 174, boulevard Malesherbes, Paris, XVII.

1886 Le Verrier, Ingénieur en chef des Mines, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, 70, rue Charles-Laffitte, Neuilly (Seine).

1867 Lez (Achille), Conducteur des Ponts et Chaussées, en retraite, Lorrez-le-Bocage (Seine-et-Marne).

1878 L'Hote, 16, rue Chanoinesse, Paris, IV.

1880* Libbey (W. Jr), D. Sc., professeur de Géographie physique, Directeur du Museum de Géologie et d'Archéologie ; Collège de New-Jersey, Princeton (New-Jersey, Etats-Unis).

1883 Lima (Wenceslau de), Docteur ès-sciences, Professeur de Géologie à l'Académie polytechnique de Porto, 245, rua Boavista, Porto (Portugal).

1877 320 Linder (Oscar), Inspecteur général des Mines, Vice-Président du Conseil supérieur des Mines, 38, rue du Luxembourg, Paris, VI.

1878 LIPPMANN, Ingénieur civil, 47, rue de Chabrol, Paris, X.
1895 LISSAJOUX, 11, quai des Marans, Mâcon (Saône-et-Loire).
1863 LOCARD (Arnould), Ingénieur civil, 38, quai de la Charité, Lyon (Rhône).
1879* LODIN, Ingénieur en chef des Mines, 16, rue Desbordes-Valmore, Paris, XVI.
1876 LOMBARD-DUMAS, à Sommières (Gard).
1901 LONCLAS (Emile-Edouard), Chef de gare, Ollioules (Var).
1887* LONQUETY (Maurice), Ingénieur civil des Mines, Outréau, près Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
1848* LORIÈRE (Gustave de), château de Chevillé, par Brûlon (Sarthe).
1857 LORIOL LE FORT (de), Frontenex, près Genève (Suisse).
1889 330 LORY (Pierre-Charles), Sous-Directeur du laboratoire des recherches géologiques de l'Université (Faculté des Sciences), Grenoble (Isère).
1899 LUGEON (Maurice), Professeur à l'Université, 3 B, place Montbenon, Lausanne (Suisse).
1861* LYMAN (B. S.), 708, Locust street, Philadelphie (Pensylvanie, Etats-Unis).
1869 MACPHERSON (José), 4, calle de la Exposicion, Barrio del Monasterio, Madrid (Espagne).
1897 MAHEU (J.), 60, rue Mouton-Duvernet, Paris, XIV.
1889 MAITRE (J.), aux forges de Morvillars (Tre de Belfort).
1898 MALLET (Jacques), Ingénieur civil des Mines, 23, rue de la République, Saint-Etienne (Loire).
1884 MANHÈS (Pierre), Ingénieur-Métallurgiste, 3, rue Sala, Lyon (Rhône).
1877 MARGERIE (Emmanuel de), 132, rue de Grenelle, Paris, VII.
1869 MARION (Eugène), 61, rue de la Préfecture, Dijon (Côte-d'Or).
1885 340 MARTEL (Edouard-Alfred), Avocat, Secrétaire-Général de la *Société de Spéléologie*, 8, rue Ménars, Paris, II.
1890 MARTIN (David), Conservateur du Musée, Gap (Hautes-Alpes).
1897 MARTONNE (Emmanuel de), Chargé de cours de Géographie à l'Université (Faculté des Lettres), Rennes (Ille-et-Vilaine).
1881 MATTIROLO (Ettore), Ingénieur au Corps royal des Mines, 1, via Santa-Susanna, Rome (Italie).
1900 MAURICE (Joseph), Ingénieur civil des Mines, Monte-Horcaz, par Villanueva-Minas (province de Séville, Espagne).

1852 MAYER-EYMAR (Charles), Dr sc., Professeur de Paléontologie à l'Ecole polytechnique, 34, Limmatplatz, Zurich (Suisse).

1899 MÉMIN (Louis), 169, rue Saint-Jacques, Paris, V.

1901 MENGAUD (Louis), Licencié-ès-sciences, 8, rue Linné, Paris, V.

1901 MENGEL (O.), professeur au Collège, 4 bis, quai Vauban, Perpignan (Pyrénées Orientales).

1859 MERCEY (N. de), La Faloise (Somme).

1896 350 MERMIER, Ingénieur au percement du Tunnel de Simplon, Brigue (Valais, Suisse).

1899 MEUNIER, Crépy-en-Valois (Oise).

1882 MEUNIER (Stanislas), Professeur de Géologie au Muséum d'Histoire naturelle, 7, boulevard Saint-Germain, Paris, V.

1897 MEYER (Lucien), Interprète assermenté près le Tribunal civil, 25, rue Denfert-Rochereau, Belfort.

1881 MICHALET, Campagne Ramey (quartier de la Barre), Toulon (Var).

1901 MICHEL (Léopold), Maître de conférences de Minéralogie à l'Université (Faculté des sciences, Sorbonne), 128, avenue de Neuilly, Neuilly (Seine).

1868* MICHEL-LÉVY (A.), Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Directeur du Service de la Carte géologique de la France, 26, rue Spontini, Paris, XVI.

1901 MICHEL-LÉVY, Garde général des Eaux et Forêts, 26, rue Spontini, Paris XVI.

1876 MIEG (Mathieu), 48, avenue de Modenheim, Mulhouse (Alsace-Lorraine).

1901 MIQUEL E IRIZOR (Emmanuel), Lieutenant-Colonel du Génie, 9, place du Pacifique, Séville (Espagne).

1893 360 MIQUEL (Jean), Propriétaire, Baroubio, par Aigues-Vives (Hérault).

1893 MIRCEA, Ingénieur des Mines, 31, rue Romulus, Bucarest (Roumanie).

1901 MIREMONT (J.-B. Alfred), Ancien industriel, 149, boulevard Saint-Germain, Paris VI.

1896 MOLENGRAAFF (Dr G. A. F.), Géologue de l'État de la République Sud-Africaine du Transvaal, 6, Orangelaan, Hilversum (Hollande).

1897 MONOD (Guillaume), Chef-adjoint du Service géologique de l'Indo-Chine, Hanoï (Tonkin).

1878 MONTHIERS (Maurice), Ingénieur civil des Mines, 50, rue Ampère, Paris, XVII.

1877 MORGAN (J. de), Ingénieur civil des Mines, Villa des Lilas, Croissy (Seine-et-Oise).

1876 MOURET (G.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 22, rue du Perron, Besançon (Doubs).

1897 MOUREAU (l'abbé), Institut catholique, Lille (Nord).

1895 MOURGUES, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Montpellier (Hérault).

1868 370 MOURLON (Michel), Directeur du Service géologique de Belgique, Membre de l'Académie royale des Sciences, 107, rue Belliard, et 2, rue Latérale, Bruxelles (Belgique).

1897 MRAZEC (Louis), Professeur de Minéralogie et de Pétrographie à l'Université, 16, calea Dorobantilor, Bucarest (Roumanie).

1862 MUNIER-CHALMAS, Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 75, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VI.

1900 MUNTEANU-MURGOCI (Georges), Assistant de Minéralogie à l'Université, Bucarest (Roumanie).

1898 MUSÉE NATIONAL GÉOLOGIQUE d'Agram (Croatie, Autriche).

1881 NICKLÈS (René), Professeur-adjoint de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 27 bis, rue des Tiercelins, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1868* NIVOIT, Inspecteur général des Mines, Professeur de Géologie à l'Ecole des Ponts et Chausées, 2, rue de la Planche, Paris, VII.

1886 NOLAN, Capitaine d'infanterie breveté, 5e régiment d'Infanterie, 5, rue Moutrozier, Neuilly-sur-Seine.

1877* ŒHLERT (Daniel-P.), Correspondant de l'Institut, Conservateur du Musée d'Histoire naturelle, 29, rue de Bretagne, Laval (Mayenne).

1899 OFFRET (A.), Professeur de Minéralogie théorique et appliquée à l'Université (Faculté des Sciences), villa Sans-Souci, 53, chemin des Pins, Lyon (Rhône).

1892 380 O'GORMAN (Comte Gaëtan), à Choley, par Toul (Meurthe-et-Moselle).

1855 OMBONI (Giovanni), Professeur de Géologie à l'Université, Padoue (Italie).

1893 OPPENHEIM (Dr Paul), 158, Kantstrasse, Charlottenbourg, près Berlin (Allemagne).

1893 ORDOÑEZ (Ezequiel), Ingénieur de la Commission géologique du Mexique, Escuela de Ingenieros, Mexico, D. F. (Mexique).

1885 OUDRI, Général de division, Commandant la 9e division d'infanterie, à Orléans (Loiret).

1867 OUSTALET, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, 55, rue de Buffon, V, et 121 bis, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VI.

1902 PACHUNDAKI (D. E.), P. O. Box n° 316, Alexandrie (Egypte).

1899 PALLARY (Paul-Maurice), Instituteur, Eckmühl, près Oran (Algérie).

1893 PAQUIER (Victor-Lucien), Docteur ès-sciences, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 6, rue Paul-Bert, Grenoble (Isère).

1855 PARRAN (Alphonse), Ingénieur en chef des Mines, 56, rue des Saints-Pères, Paris, VII.

1892 390 PASQUALI (Alfred), Chef de bureau du Secrétariat de la Daïra-Sanieh du Khédive d'Egypte, Le Caire (Egypte).

1880 PATRIS DE BREUIL, Docteur en droit, 18, rue de Rueil, Suresnes (Seine).

1884 PAVLOW (Alexis-Petrovitch), Professeur de Géologie à l'Université de Moscou, Maison Cheremetiev, 34, Chemeretievski-pereoulok, Moscou (Russie).

1856 PELLAT (Edmond), Inspecteur général honoraire des Services administratifs du Ministère de l'Intérieur, 19, avenue du Maine, Paris, XV, et à la Tourette, par Tarascon-sur-Rhône (Bouches-du-Rhône).

1899 PELLEGRIN, Ingénieur civil des Mines, 62, rue Gioffredo, Nice (Alpes-Maritimes).

1900 PERNER (Dr J.), Assistant de Géologie à l'Université, Wenzelsplatz, Prague (Bohême).

1863 PERON (Alphonse), Correspondant de l'Institut, Intendant militaire au cadre de réserve, 11, avenue de Paris, Auxerre (Yonne).

1878 PERRIER (Edm.), Membre de l'Institut, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle, 57, rue Cuvier, Paris, V.

1897 PERVINQUIÈRE (Léon), Chef des travaux pratiques de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences, Sorbonne), 137, boulevard Saint-Michel, Paris, V.

1901 PETHÖ (Jules), Dr. Ph., Géologue en chef de l'Institut royal géologique de Hongrie, VII, Stefánia, üt 14, Budapest (Hongrie).

1878 400 PETITCLERC (Paul), 4, rue du Collège, Vesoul (Haute-Saône).

1894 PICARD (Théodore), Conducteur principal des Ponts et Chaussées, en retraite, 21, rue Catinat, Nîmes (Gard).

1851 PIETTE (Edouard), Juge honoraire, Rumigny (Ardennes).

1889 POIRAULT (Georges), Docteur ès-sciences, Directeur du laboratoire d'Enseignement supérieur (Villa Thuret), Antibes (Alpes-Maritimes).

1881 PONCIN (H. Athanase), 8, rue des Marronniers, Lyon (Rhône).

1896 POPOVICI-HATZEC (V.), Docteur ès-sciences, Chef du Service géologique du Ministère des Domaines, 5, strada Sévastopol, Bucarest (Roumanie).

1879 PORTIS (Alessandro), Docteur ès-sciences, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université, Rome (Italie).

1869* POTIER, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 89, boulevard Saint-Michel, Paris, V.

1884 PRIEM (Fernand), Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée Henri IV, 135, boulevard Saint-Germain, Paris, VI.

1883 PRUDHOMME (L.-Félix), impasse V. Thibaut, 7, rue Gustave-Flaubert, Le Hâvre (Seine-Inférieure).

1891* 410 RACOVITZA (Emile G.), Docteur ès-sciences, 2, boulevard Saint-André, Paris, VI.

1901 RAMBAUD (Louis), Docteur en Médecine, 16, boulevard Sébastopol, Paris, IV.

1878 RAMOND (Georges), Assistant de Géologie au Muséum d'Histoire naturelle, 18, rue Louis-Philippe, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1893 RAMSAY (Wilhelm), Professeur à l'Université, Helsingfors (Finlande).

1883 RANDOING, Inspecteur général adjoint de l'Agriculture, 144, boulevard Raspail, Paris, VI.

1900 RASPAIL (Julien), 19, avenue Laplace, Arcueil-Cachan (Seine).

1837 RAULIN (Victor), Professeur honoraire de la Faculté des Sciences de Bordeaux, Montfaucon-d'Argonne (Meuse).

1891* RAVENEAU (Louis), Agrégé d'Histoire et de Géographie, Secrétaire de la rédaction des *Annales de Géographie*, 76, rue d'Assas, Paris, VI.

1889 REINACH (baron Albert von), Taunus-Anlage, Francfort s/M. (Allemagne).

1883 REJAUDRY (Emile), Propriétaire, 14, Rempart du Midi, Angoulême (Charente).

1853* 420 RENEVIER (E.), Professeur de Géologie à l'Université, Lausanne (Suisse).

1893 REPELIN (J.), Docteur ès-sciences, Chargé de Cours à l'Université (Faculté des Sciences), 83, cours Lieutaud, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1881 RÉVIL (Joseph), Pharmacien, Président de la Société des Sciences naturelles de Savoie, Chambéry (Savoie).

1875* REYMOND (Ferdinand), Veyrin, par les Avenières (Isère).

1878 RIAZ (de), Banquier, 68, quai de Serin, Lyon (Rhône).

1880 RICARD (Samuel), 2, rue Evrard-de-Foulloy, Amiens (Somme), et à Ault (Somme).

1901 RICHARD (A. de), Ingénieur des Mines, Membre de la Société des Sciences de Bucuresci, 5, strada Rigala, Bucarest (Roumanie).

1881 RICHE (Attale), Docteur ès-sciences, Chargé d'un cours complémentaire de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 9, rue Saint-Alexandre, Lyon (Rhône).

1888 RIGAUX (Edmond), 15, rue Simoneau, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1884 RISLER (Eug.), Directeur-honoraire de l'Institut national agronomique, 106 bis, rue de Rennes, Paris, VI.

1894 430 RITTER (Etienne), Farrgell Park County (Colorado, Etats-Unis).

1882* ROBINEAU (Théophile), ancien Avoué, 4, avenue Carnot, Paris, XVII.

1859* ROCKWELL, Ingénieur des Mines, 87, Milk Street, Boston (Massachussetts, Etats-Unis).

1879* ROLLAND (Georges), Ingénieur en chef des Mines, 60, rue Pierre-Charron, Paris, VIII.

1894 ROMAN (Frédéric), Docteur ès-sciences, Préparateur à l'Université (Faculté des Sciences), 2, quai Saint-Clair, Lyon.

1861* ROTHWELL (R. P.), Ingénieur, Editeur du Mining Journal, 253, Broadway [27, P. O. box 1833], New-York city (Etats-Unis).

1885 ROUSSEL (Joseph), Docteur ès-sciences, Professeur au Collège, 5, chemin de Velours, Meaux (Seine-et-Marne).

1846 ROUVILLE (Paul-Gervais de), Doyen et Professeur honoraire de la Faculté des Sciences, 10, rue Henri-Garnier, Montpellier (Hérault).

1875* ROUX (J.-L.), 13, rue Paul, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1898* ROUYER (Charles-Henri-Camille), Avocat, 25, rue de Vaugirard, Paris, VI, et à Tonnerre (Yonne).

1866 440 RUSSEL-KILLOUGH (le comte H.), 14, rue Marca, Pau (Basses-Pyrénées).

1877 RUTOT (Aimé-Louis), Ingénieur honoraire des Mines, Conservateur au Musée Royal d'Histoire naturelle, 177, rue de la Loi, Bruxelles (Belgique).

1868 SABATIER-DESARNAUDS, 9, rue des Balances, Béziers (Hérault).

1885 SACCO (Federico), Professeur de Paléontologie à l'Université, Palazzo Carignano, Turin (Italie).

1897 SAGE (Henry), Licencié en Droit, 6 bis, rue du Cloître-Notre-Dame, Paris, VI.

1890* SALLES, Inspecteur des Colonies, 23, rue Vaneau, Paris, VII.

1893 SARASIN (Charles), Professeur de Géologie à l'Université, 7, place de la Fauconnerie, Genève (Suisse).

1868 SAUVAGE (Emile), Docteur en médecine, Directeur honoraire de la Station aquicole, Conservateur des Musées, 39 bis, rue de la Tour-Notre-Dame, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1898 SAUVAGET (F.), Ingénieur de la Compagnie de l'Ouest-algérien, Blida (Algérie).

1892 SAVIN (Léon-Hélî), Chef de bataillon au 97e régiment d'infanterie, Chambéry (Savoie).

1901 450 SAVORNIN, Préparateur de Géologie à l'Ecole des Sciences d'Alger, Mustapha (Alger).

1878 SAYN (Gustave), à Montvendre, par Chabeuil (Drôme).

1901 SCHARDT (A. Hans), Professeur de Géologie à Neuchâtel, Veyteaux, près Montreux (Vaud, Suisse).

1859 SCHLUMBERGER (Charles), Ingénieur de la Marine, en retraite, 16, rue Christophe-Colomb, Paris, VIII.

1890 SCHMIDT (Dr Carl), Professeur de Géologie à l'Université, 107, Hardtstrasse, Bâle (Suisse).

1879 SEGRE (Claudio), Ingénieur des Chemins de fer du Réseau adriatique, Ancône (Italie).

1901 SEGUENZA (Luigi), Assistant de Géologie et de Paléontologie, à l'Université, Messine (Italie).

1870 SELLE (le vicomte de), au château de Fontienne, par Forcalquier (Basses-Alpes).

1894 SENA (Joachim), Professeur à l'École des Mines d'Ouro-Preto (Brésil).

1854* SENS, Ingénieur des Mines, ancien Député, Arras (Pas-de-Calais).

1866 460 SEUNES (Jean), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 40, faubourg de Fougères, Rennes (Ille-et-Vilaine).

1895 SEVASTOS (Romulus), Docteur ès-sciences, 40, rue Pacurari, Jassy (Roumanie).

1880 SIEGEN (P.-M.), Conducteur des travaux publics de 1re classe, ancien Architecte des domaines de S. M. le Roi Grand-Duc, Luxembourg (Luxembourg).

1899 SIMON (Auguste), Ingénieur, Directeur des Mines de Liévin (Pas-de-Calais).

1881 SIX (Achille), Professeur au Lycée, 2, rue du Poirier, Saint-Omer (Pas-de-Calais).

1893 SKOUPHOS, Conservateur du Musée minéralogique et paléontologique de l'Université, Athènes (Grèce).

1880 SKRODZKI (J.), à Bayeux (Calvados).

1879 [P] SOCIÉTÉ ANONYME DES HOUILLÈRES de Bessèges et Robiac, 17, rue Jeanne d'Arc, Nîmes (Gard).

1884 SOCIÉTÉ D'ÉMULATION de Montbéliard (Doubs).

1899 SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES de Béziers (Hérault).

1878 470 SOCORRO (Marqués del), Professeur de Géologie à l'Université, 41, rue de Jacometrezo, Madrid (Espagne).

1883 SOREIL (Gustave), Ingénieur, Maredret-Sosoye (Province de Namur, Belgique).

1899 SPIESS, Capitaine du génie, Chambéry (Savoie).

1888 STEFANI (Carlo de), *Istituto superiore*, Piaza S. Marco, Florence (Italie)

1861* STEFANESCU (Gregoriu), Professeur de Géologie à l'Université, 8, strada Verde, Bucarest (Roumanie).

1894 STEFANESCU (Sabba), Professeur d'Histoire naturelle, Directeur du Lycée Saint-Sabba, Bucarest (Roumanie).

1886 STEINMANN (G.), Professeur à l'Université, 20, Mozartstrasse, Fribourg-en-Brisgau (Allemagne).

1896 STOBER (Dr F.), Répétiteur à l'Université de Gand, Laboratoire de Minéralogie, rue du Roger, Gand (Belgique).

1898 STUBBS, Directeur des Mines, Almeria (Espagne).

1884 STUER (Alexandre), Comptoir français Géologique et Minéralogique, 4, rue de Castellane, Paris, VIII.

1896 480 STÜRZ (B.), Comptoir minéralogique et paléontologique, 2, Reisstrasse, Bonn-sur-le-Rhin (Allemagne).

1863* TABARIES DE GRANSAIGNES, Avocat, 30, rue de Civry, Paris, XVI.

1891 TANQUEREL DES PLANCHES, 212, rue de Rivoli, Paris, I.

1881 TERMIER (Pierre), Ingénieur en chef au corps des Mines, Professeur de Minéralogie à l'Ecole des Mines, 164, rue de Vaugirard, Paris, XV.

1893 THEVENIN (Armand), Préparateur au Laboratoire de Paléontologie du Muséum d'Histoire naturelle, 43, boulevard Henri IV, Paris, IV.

1898 THIOT, à Marissel, près Beauvais (Oise).

1883 THOMAS (H.), Chef des travaux graphiques du Service de la *Carte géologique de France*, 62, boulevard Saint-Michel, Paris, VI.

1867 THOMAS (Philadelphe), Docteur en médecine, Tauziès, par Gaillac (Tarn).

1884 THOMAS (Philippe), Vétérinaire principal de 1re classe de l'Armée, 62, rue de Bourgogne, Moulins (Allier).

1874 TORCAPEL (Alfred), Ingénieur de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, en retraite, 36 bis, rue Joseph Vernet, Avignon (Vaucluse).

1872 490 TOUCAS (Aristide), Lieutenant-Colonel au 50e régiment d'infanterie, 137, boulevard Saint-Michel, Paris, V.

1900 TOURNOUËR (André), 43, rue de Lille, Paris, VII.

1885 UBALD (le Frère), Mariste, Directeur de l'Ecole libre, Jonquières-et-Saint-Vincent (Gard).

1894 VAFFIER, Docteur en médecine, Docteur ès-sciences, Châtnes (Saône-et-Loire).

1859* VAILLANT (Léon), Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris, V.

1879 VALLAT (Jules de), ancien Maire du VIe arrondissement, 1, rue Madame, Paris, VI.

1876* VALLOT (Joseph), Directeur de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc, 114, avenue des Champs-Elysées, Paris, VIII.

1876 VAN BLARENBERGHE, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 48, rue de la Bienfaisance, Paris, VIII.

1876* VAN DEN BROECK (Ernest), Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, Secrétaire-général de la Société Belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, 39, place de l'Industrie, Qr. Ld., Bruxelles (Belgique).

1898 VAQUEZ (J.), Directeur de l'Ecole publique de garçons, rue Thiers, Pantin (Quatre-Chemins) (Seine).

1858 500 VASSEL (Eugène), ancien Capitaine d'armement au Canal de Suez, Maxula-Radès (Tunisie).

1874* VASSEUR (Gaston), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 110, boulevard Lonchamps, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1881* VAULTRIN, Inspecteur des Eaux et Forêts, 2, rue de Lorraine, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1867 VÉLAIN (Charles), Professeur de Géographie physique à l'Université (Faculté des Sciences, Sorbonne), 9, rue Thénard, Paris, V.

1896 VIALAR (Baron de), à la Chiffa, près Blida (Algérie).

1873 VIALAY, Ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, 1, rue de la Chaise, Paris, VII.

1882 VICHNIAKOF (Nicolas), Gagarinsky-péréoulok, Propre maison, Moscou (Russie).

1875 VIDAL (Luis Mariano), Ingénieur en chef des Mines, 382-1°, Diputacion, Barcelone (Espagne).

1891 VIDAL DE LA BLACHE (Paul), Professeur de Géographie à l'Université (Faculté des Lettres, Sorbonne), 6, rue de Seine, Paris, VI.

1872 VIEIRA (Gustave), Ingénieur des Mines, 20, rue Sainte-Anne, Toulouse (Haute-Garonne).

1901 510 VINCEY (Paul), Ingénieur-Agronome, Professeur départemental d'Agriculture de la Seine, 27, rue des Belles-Feuilles, Paris, XVI.

1876 VOISIN (Honoré), Ingénieur en chef des Mines, Ingénieur en chef de la Compagnie des Mines de la Roche-Molière et Firminy, Firminy (Loire).

1892* VULPIAN (André), Licencié ès-sciences naturelles, 51, avenue Montaigne, Paris, VIII.

1883 WELSCH, Professeur à l'Université (Faculté des Sciences), 5, rue Scheurer-Kestner, Poitiers (Vienne).

1870* WILTSHIRE, Secrétaire de la « *Palæontographical Society* », 25, Granville park, Lewisham, S. E., Londres (Grande-Bretagne).

1873 WUHRER (Louis), Graveur, 4, rue de l'Abbé-de-l'Epée, Paris, V.

1889 ZEGERS, Professeur à l'Université, 65, calle San Martin, Santiago (Chili).

1870 ZEILLER (René), Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 8, rue du Vieux-Colombier, Paris, VI.

1869 ZITTEL (Carl A. von), Professeur à l'Université, 17 1/2, Ludwigstrasse, Munich (Allemagne).

1887 ZLATARSKI (G. N.), Professeur de géologie à l'Ecole des Hautes-Etudes, Sofia (Bulgarie).

1880 520 ZUJOVIĆ (J. M.), Professeur à la Faculté des Sciences, 12, Kragujewaczka Ulica, Belgrade (Serbie).

1883 ZÜRCHER (Ph.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Digne (Basses-Alpes).

LISTE DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

DISTRIBUÉS GÉOGRAPHIQUEMENT

EUROPE

France.

Ain.

Béroud (l'abbé J.-M.).
Chanel.

Aisne.

Brouet (G.).
Jourdy (Général).

Allier.

Compagnie des Forges de Châtillon - Commentry.
Thomas (Philippe).

Alpes (Basses-).

Arnaud (F.).
Juliani.
Selle (de).
Zürcher.

Alpes (Hautes-).

Martin (D.).

Alpes-Maritimes.

Caziot.
Guébhard.
Pellegrin.
Poirault (Georges).

Ardèche.

Couderc.

Ardennes.

Piette.

Ariège.

Azéma.
Croisiers de Lacvivier.

Aube.

Breton.
Lambert.

Aude.

Jean.

Aveyron.

.....

Belfort (Terr. de).

Maitre.
Meyer.

Bouches-du-Rhône.

Curet (Albin).
Pellat (Ed.).
Repelin.
Roux.
Vasseur.

Calvados.

Bigot.
Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Caen.
Skrodzki.

Cantal.

Boule.

Charente.

Arnaud (H.).
Chauvet.
Cuénot.
Rejaudry.

Charente-Inférieure.

.....

Cher.

Duvergier de Hauranne.
Gauchery.
Grossouvre (A. de).

Corse.

.....

Côte-d'Or.

Bréon (René).
Collot.
Marion (Eug.).

Côtes-du-Nord.

.....

Creuse.

.....

Deux-Sèvres.

Boone (l'abbé).

Dordogne.

Durand.

Doubs.

Bresson.
Fournier (E.).
Girardot.
Henry.
Lamothe (L.-J.-B. de).
Mouret.
Société d'Émulation de Montbéliard.

Drôme.

Sayn.

Eure.

.....

Eure-et-Loir.

Bourgery.

Finistère.

.....

Gard.

Bonnes (F.)
Carrière
Compagnie des Mines de la Grand'Combe.
Fabre (G.).
Lombard-Dumas.
Picard (Th.).
Société des Houillères de Bessèges.
Ubald (le frère).

Garonne (Haute-).

Bertrand (Léon).
Bibliothèque Universitaire de Médecine et Sciences de Toulouse.
Caralp.
Doumerc.
Garrigou.
Vieira.

Gers.

.....

Gironde.

Boreau.
Fallot (Em.).
Harlé.
Lataste.

Hérault.

Bibliothèque Universitaire de Montpellier.
Cazalis de Fondouce.
Delage.
Jacquemet (Dr E.).
Miquel (Jean).
Mourgues.
Rouville (de).
Sabatier-Desarnauds.
Société des Sciences naturelles de Béziers.

Ille-et-Vilaine.

Kerforne (F.).
Lebesconte.
Martonne (de).
Seunes.

Indre.

Balsan (Ch.).

Indre-et-Loire.

.....

Isère.

Allard.
Bibliothèque Universitaire de Grenoble.
Gevrey.
Kilian.
Lory (P.).
Paquier.
Reymond.

Jura.

.....

Landes.

.....

Loir-et-Cher.

Delamarre.

Loire.

Grand'Eury.
Mallet (J.).
Voisin.

Loire (Haute-).

Dreyfus.

Loire-Inférieure.

Bureau (Louis).
Davy.
Dumas.
Gourdon.

Loiret.

Lannat.
Oudri (Général).

Lot.

.....

Lot et-Garonne.

Landesque (l'abbé).

Lozère.

.....

Maine-et-Loire.

Bizard (R.).
Cheux.

Manche.

.....

Marne.

Collet.
Dueil.
Grenier (R.).

Marne (Haute-).

Daval.

Mayenne.

Le Conte.
Œhlert.

Meurthe-et-Moselle.

Authelin.
Bidou.
Fliche.
Grossouvre (Comte de).
Henry (Edmond).
Imbeaux.
Nicklès.
O'Gorman (Comte G.).
Vaultrin.

Meuse.

Évrard (Ch.)
Raulin.

Morbihan.

.....

Nièvre.

Busquet.

Nord.

Barrois.
Boulay (l'abbé).
Bourgeat (l'abbé).
Delépine (l'abbé).
Gosselet.
Moureau (l'abbé).

Oise.

Barret (l'abbé).
Janet (Ch.).
Judenne (L.).
Meunier.
Thiot.

Orne.

Diavet (l'abbé).

Pas-de-Calais.

Du Passage.
Fèvre.
Kempen (van).
Legay.
Lonquety.
Rigaux.
Sauvage.
Sens.
Simon.
Six (A.).

Puy-de-Dôme.

Bibliothèque Universitaire de Clermont-Ferrand.
Garde.
Gautier (P.).
Genreau.
Glangeaud.
Julien.

Pyrénées (Basses-).

Détroyat.
Gramont (de).
Russel-Killough.

Pyrénées (Hautes-).

Frossard.

Pyrénées-Orientales.

Donnezan (Dr A.).
Mengel.

Rhône.

Cottron.
Depéret.
Doncieux.
Falsan.
Gaillard.
Geandey.
Guillermond.
Locard.
Manhès.
Offret.
Poncin.
Riaz (de).
Riche (Attale).
Roman (F.).

Saône (Haute-).

Petitclerc.

Saône-et-Loire.

Bayle.
Bonnardot (L.).
Chaignon (de).
Coste.
Lissajoux.
Vaffier.

Sarthe.

Lorière (de).

Savoie.

Hollande.
Révil.
Savin.
Spiess.

Savoie (Haute-).

Corbin.
Le Roux.
Vallot (Joseph).

Seine.

Danton.
Girandier.
Lacroix (l'abbé).
Langlassé.
Le Verrier.
Michel.
Patris de Breuil.
Ramond.
Raspail (Julien).
Vaquez.

(Les 134 membres résidant à Paris ne sont point mentionnés).

Seine-Inférieure.

Boutillier.
Fortin.
Le Marchand.
Lennier.
Prudhomme.

Seine-et-Marne.

Houdant.
Lez.
Roussel.

Seine-et-Oise.

Barthélemy.
Daniloff.
Desprez de Gésincourt.
Lasne.
Morgan (de).

Somme.

Aubert.
Ault-Dumesnil (d').
Mercey (N. de).
Ricard.

Tarn.

Caraven-Cachin.
Thomas (Dr Ph.).

Tarn-et-Garonne

Léenhardt.

Var.

Grand.
Jacquinet.
Lonclas.
Michalet.

Vaucluse.

Chatelet.
Deydier.
Joleaud.
Torcapel.

Vendée.

Chartron.

Vienne.

Devaux.
Fournier (A.).
Welsch.

Vienne (Haute-).

Gorceix.

Vosges.

.....

Yonne.

Bardon (P.).
Gauthier (V.).
Peron (Alph.).
Rouyer.

Alsace-Lorraine.

Bary (Em. de).
Bibliothèque de l'Université de Strasbourg.
Friren (l'abbé).
Institut géognostico-paléontologique de Strasbourg.
Mieg (Mathieu).

Allemagne.

Bornemann (L. G.).
Fritsch (C. von).
Futterer.
Haas (H.).
Holzapfel.
Jækel (Otto).
Kalkowsky (E.).
Kœnen (Von).
Oppenheim (P.).
Reinach (Von).
Steinmann.
Stürz (B.).
Zittel (Von).

Autriche-Hongrie.

Arthaber (Von).
Fritsch (Ant.).
Musée national géologique d'Agram.
Perner (J.).
Pethö (J.).

Belgique.

Arctowski.
Bibliothèque de l'Université catholique de Louvain.
Dewalque.
Dorlodot (le chanoine de)
Dugniolle.
Dupont.
Firket.
Habets.
Latinis (L).
La Vallée Poussin (de).
Mourlon.
Rutot.
Soreil.
Stöber (F.).
Van den Broeck.

Bulgarie.

Zlatarski.

Espagne.

Adan de Yarza.
Almera (le chanoine).
Bofill y Poch.
Calderon.
Cortazar (de).
Dallemagne.
Huelin.
Landerer.
Macpherson.
Maurice.
Miquel (Emmanuel).
Socorro (Mes del).
Stubbs.
Vidal (L. M.).

Finlande.

Ramsay (Wilhelm).

Grande-Bretagne.

Blanford (W.-T.).
Evans (Sir John).
Galton (Sir Douglas).
Geikie (Sir A.).
Harris (G. F.).
Hughes.
Wiltshire.

Grèce.

Skouphos.

Italie.

Botti.
Capellini.
Cocchi.
Crema.
Fairman.
Mattirolo.
Omboni.
Portis.
Sacco (Fed.).
Segre.
Seguenza (Luigi).
Stefani (de).

Luxembourg.

Siegen.

Pays-Bas

Molengraaff.

Portugal.

Choffat.
Delgado.
Lima (Wenceslau de).

Roumanie.

Anastasiu.
Mircea.
Mrazec.
Munteanu-Murgoci.
Popovici-Hatzeg.
Richard (A. de).
Sevastos (R.).
Stefanescu (Gregoriu).
Stefanescu (Sabba).

Russie.

Bogdanowitch.
Braly.
Karakasch (Nicolas).
Pavlow.
Vichniakoff.

Serbie.

Zujović.

Suisse.

Bibliothèque de l'Université de Bâle.
Brunhes (J.).
Delebecque (A.).
Duparc.
Favre (Ern.).
Golliez.
Joukowsky (E.).
Loriol le Fort (de).
Lugeon.
Mayer-Eymar.
Mermier.
Renevier.
Sarasin.
Schardt (A. Hans).
Schmidt (Carl).

AFRIQUE

Algérie.

Brives.
Compagnie des Minerais de fer de Mokta-el-Hadid.
Ficheur.
Flamand (G. B. M.).
Goux.
Jacob.
Lantenois.
Pallary.
Sauvaget (F.).
Savornin.
Vialar (de).

Égypte.

Fourtau.
Pachundaki.
Pasquali.

Tunisie.

Jordan (Paul).
Vassel.

AMÉRIQUE

Brésil.

Dahne (E. S. E.).
Sena (J.).

Canada.

Laflamme (Mgr J. C. K.).

Chili.

Lataste.
Zegers.

États-Unis.

Branner (J. C.).
Dale (N.).
Harris (G. D.).
Libbey.
Lyman.
Ritter.
Rockwell.
Rothwell.

Mexique.

Aguilera.
Böse (E.).
Ordoñez.

ASIE

Indes françaises.

Golfier.

Cochinchine.

Counillon.

Tonkin.

Monod (G.).

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ DÉCÉDÉS EN 1901

MM Arrault (Paulin).
Bleicher.
Chatin (G.-Ad.).

MM. Delvaux.
Elduayen.
Limur (le Cte de).

MM. Parandier.
Porteret.
Pouyanne.

ADDENDA AU CATALOGUE GÉNÉRAL

en distribution au Siège de la Société, 28, rue Serpente, Paris, VI

PUBLICATIONS
DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE (1830-1902). (Voir page XLI).

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE (1833-1890). (3 séries, 31 volumes. — Voir le Catalogue général).

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, **Paléontologie** (1890-1902). (Voir plus loin, page XLII).

COMPTES-RENDUS DES RÉUNIONS EXTRAORDINAIRES (1844-1899). (Voir plus loin; addenda, p. XLIV).
D'Archiac. — HISTOIRE DES PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE
OUVRAGES DE **Fontannes**. . . . . .
} Voir le Catalogue général

G.-A.-F. Molengraaff. — GÉOLOGIE DE LA RÉPUBLIQUE SUD-AFRICAINE DU TRANSVAAL.

In-8 raisin, 80 pages, 19 figures dans le texte, 1 planche de coupe, carte topographique et géologique du Transvaal en 17 couleurs, à l'échelle du 1/1.500.000. Franco, Union postale, 6 francs.

Une réduction variable est accordée aux Membres de la Société sur les prix des publications de la Société. — Chaque Membre ne peut acquérir, en profitant de cette réduction, qu'un seul exemplaire de chacune des publications. — Exception est faite pour les auteurs des mémoires (Géologie, Paléontologie) qui peuvent acheter à moitié prix un nombre quelconque d'exemplaires de leurs œuvres.

La remise aux Libraires et Editeurs est fixée à 10 °/₀, sauf exceptions.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Première Série (1830-1843)

					Fr.
Tome I.	—	. . . .		Epuisé.	
Tome II.	—	478 p.	3 Pl.	.	30
Tomes III, IV, V, VI				. Epuisés	
Tome VII	—	400 p.	7 Pl.	.	12
Tome VIII.	—	444 p.	9 Pl.	.	12
Tome IX.	—	508 p.	9 Pl.	.	16
Tome X.	—	518 p.	4 Pl.	.	12
Tome XI.	—	516 p.	5 Pl.	.	12
Tome XII.	—	566 p.	12 Pl.	.	24
Tome XIII.	—	. . . .		Epuisé	
Tome XIV.	—	722 p	12 Pl.	.	6

Table générale et analytique de la 1re Série, par M. L. Carez. . . . . Fr. 4

Deuxième Série (1844-1872)

					Fr.
Tomes I, II, III, IV.				. Epuisés	
Tome V.	—	676 p.	7 Pl.	.	30
Tome VI.	—	748 p.	5 Pl.	.	12
Tome VII.	—	822 p.	11 Pl.	.	12
Tome VIII.	—	659 p.	10 Pl.	.	12
Tome IX.	—	644 p.	4 Pl.	.	12
Tome X.	—	646 p	10 Pl.	.	12
Tome XI.	—	792 p.	11 Pl.	.	12
Tome XII.	—	1364 p.	36 Pl.	.	30
Tome XIII.	—	900 p.	16 Pl.	.	12
Tome XIV.	—	915 p.	15 Pl.	.	12
Tome XV.	—	815 p.	15 Pl.	.	12
Tome XVI.	—	1158 p.	20 Pl.	.	30
Tome XVII.	—	888 p.	11 Pl.	.	12
Tome XVIII.	—	838 p.	16 Pl.	.	30
Tomes XIX, XX				. . . Epuisés	
Tome XXI.	—	562 p.	7 Pl.	.	12
Tome XXII	—	596 p.	6 Pl.	.	12
Tome XXIII.	—	874 p	14 Pl.	.	12
Tome XXIV.	—	870 p.	11 Pl.	.	12
Tome XXV.	—	1018 p.	9 Pl.	.	12
Tome XXVI.	—	1176 p.	8 Pl.	.	16
Tome XXVII.	—	720 p.	14 Pl.	.	16
Tome XXVIII.	—	384 p.	2 Pl.	.	8
Tome XXIX.	—	764 p.	11 Pl.	.	10

Table générale et analytique des T. I à XX, par M. E. Danglure. . Fr. 4
Table des T. XXI à XXIX, par MM. E. Danglure et A. Bioche . . Fr. 2

Troisième Série (1873-1900)

					Fr.
Tome I.	—	586 p.	11 Pl.	.	16
Tome II.	—	796 p.	20 Pl.	.	16
Tome III.	—	900 p.	18 Pl	.	16
Tome IV.	—	857 p.	22 Pl.	.	16
Tome V.	—	968 p.	16 Pl.	.	16
Tome VI.	—	813 p.	15 Pl.	.	20
Tome VII.	—	859 p.	22 Pl.	.	20
Tome VIII.	—	780 p.	23 Pl.	.	20
Tome IX.	—	786 p.	17 Pl.	.	20
Tome X.	—	743 p.	16 Pl.	.	20
Tome XI	—	784 p.	17 Pl.	.	20
Tome XII.	—	920 p	30 Pl.	.	24
Tome XIII.	—	1000 p.	21 Pl	.	24
Tome XIV.	—	731 p.	27 Pl.	.	24
Tome XV.	—	1026 p.	32 Pl.	.	24
Tome XVI.	—	1240 p.	38 Pl.	.	24
Tome XVII.	—	987 p.	27 Pl.	.	24
Tome XVIII.	—	1062 p.	27 Pl.	.	24
Tome XIX.	—	1536 p.	29 Pl.	.	30
Tome XX.	—	760 p.	16 Pl.	.	30
Tome XXI.	—	887 p.	23 Pl.	.	30
Tome XXII.	—	979 p.	24 Pl.	.	30
Tome XXIII.	—	1068 p.	27 Pl.	.	30
Tome XXIV.	—	1326 p.	39 Pl.	.	30
Tome XXV.	—	1170 p.	26 Pl.	.	30
Tome XXVI.	—	1004 p.	14 Pl.	.	30
Tome XXVII.	—	824 p.	21 Pl.	.	30
Tome XXVIII.	—	1124 p.	17 Pl.	.	30

Table générale et analytique des T. I à XX, par M. Maloisel (en préparation).

Les Membres de la Société peuvent acquérir, jusqu'à nouvel ordre, les 28 volumes de la 3e série (1873-1900) pour la somme de 200 francs net.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

PALÉONTOLOGIE

La Société a commencé en 1890 la publication d'une nouvelle série de Mémoires, consacrés exclusivement à la Paléontologie.

Conditions de publication :

Les Mémoires de Paléontologie sont publiés par tomes (format, in-quarto raisin), renfermant environ 20 feuilles de texte et environ 20 planches hors texte. Il paraît environ un tome par année.

On peut les acquérir par **souscription**, avant l'apparition du volume complet, aux prix réduits suivants :

Souscripteurs du début de la publication, par tome.		20 fr.	Franco de port
Nouveaux souscripteurs (France)	»	25 fr.	
Id. id. (Etranger)	»	28 fr.	

Après l'achèvement du volume, le prix est élevé à 40 francs (franco) ; une remise de 20 °/. est accordée aux Membres de la Société.

Dès son apparition, chaque Mémoire est mis en vente séparément aux prix indiqués ci-dessous, sur lesquels une remise de 20 °/. est consentie aux Membres de la Société.

Les nouveaux souscripteurs au tome X, en cours de publication, peuvent acquérir jusqu'à nouvel ordre la collection des 10 volumes, au prix de 300 francs (Port des 9 volumes parus à la charge de l'acquéreur).

Liste des Mémoires parus

Mémoires		francs
n° 1.	— A. Gaudry, *Le Dryopithèque*, 1 pl., 11 p.	3 »
2.	— J. Seunes, *Contribution à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France* (en cours), 6 pl., 22 p.	10 »
3.	— Ch. Depéret, *Les animaux pliocènes du Roussillon*, 17 pl., 64 p.	40 »
4.	— R. Nicklès, *Contribution à la Paléontologie du sud-est de l'Espagne* (en cours), 10 pl.. 59 p. . . .	20 »
5.	— G. de Saporta, *Le* Nelumbium provinciale, 3 pl., 10 p.	5 »
6.	— H. Douvillé, *Étude sur les Rudistes ; Revision des principales espèces d'Hippurites*, 20 pl., 4 fasc. (L'ouvrage complet comprend 6 fascicules, dont les 2 derniers appartenant aux tomes V et VII ne se vendent plus séparément).	40 »
7.	— M. Flot, *Description de deux Oiseaux nouveaux du Gypse parisien*, 1 pl., 10 p.	3 »

n° 8. — A. Gaudry, *Quelques remarques sur les Mastodontes à propos de l'animal du Chérichira*, 2 pl., 6 p. . 3,50
9. — G. de Saporta, *Recherches sur les végétaux du niveau aquitanien de Manosque*, 20 pl., 83 p. . 35 »
10. — A. Gaudry, *Les Pythonomorphes de France*, 2 pl., 13 p. . . . . 5 »
11. — R. Zeiller, *Étude sur la constitution de l'appareil fructificateur des* Sphenophyllum, 1 pl., 39 p. . 7,50
12. — V. Paquier, *Études sur quelques Cétacés du Miocène*, 2 pl., 20 p. . . . . 6 »
13. — G. Cotteau, *Description des Échinides miocènes de la Sardaigne*, 5 pl., 56 p. . . . . 11 »
14. — M. Cossmann, *Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques* (en cours); *Études sur les Gastropodes des terrains jurassiques*, 6 pl., 168 p. 14,50
15. — S. Stefanescu, *Études sur les terrains tertiaires de la Roumanie; Contribution à l'étude des faunes sarmatique, pontique et levantine*, 11 pl., 152 p. 26 »
16. — D.-P. Œhlert, Uralichas Ribeiroi *des schistes d'Angers*, 1 pl. double, 8 p. 3,50
17. — M. Peron, *Les Ammonites du Crétacé supérieur de l'Algérie*, 18 pl., 84 p. . . . . 32 »
18. — Em. Haug, *Études sur les Goniatites*, 1 pl., 112 p. . 6 »
19. — M. Cossmann, *Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques* (en cours); *Gastropodes, Nérinées*, 13 pl., 180 p. . . . . 35 »
20. — M. Popovici-Hatzeg, *Contribution à l'étude de la faune du Crétacé supérieur de Roumanie; Environs de Campulung et de Sinaïa*, 2 pl., 20 p. . 6 »
21. — R. Zeiller, *Étude sur la flore fossile du bassin houiller d'Heraclée (Asie Mineure)*, 9 pl., 182 p. 15 »
22. — P. Pallary, *Sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviatiles et saumâtres de l'Algérie*, 4 pl., 213 p. 26 »
23. — G. Sayn, *Les Ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du sud-est de la France*, 2 pl., 27 p. 6 »
24. — J. Lambert, *Les Échinides fossiles de la province de Barcelone*, 4 pl., 57 p. . . . . 12 »
25. — H.-E. Sauvage, *Recherches sur les Vertébrés du Kiméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne)*, 5 pl., 32 p. . . . . 12 »
26. — Ch. Dépéret et F. Roman, *Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines* (1re partie, genre *Pecten*), 8 pl. [en préparation].
27. — G. Dollfus et Ph. Dautzenberg, Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire, Pélécypodes (1re partie), 3 pl. . . . . [en préparation].

COMPTES-RENDUS
DES RÉUNIONS EXTRAORDINAIRES

(Pour les C.-R. de 1844 à 1893, voir le Catalogue général)

---

		francs
1894.	*Lyon et Bollène* (Vaucluse), 132 p., 8 pl.	9 »
1895.	*Basses-Alpes*, 368 p., 17 pl.	18 »
1896.	*Algérie*, 268 p., 9 pl.	12,50
1897.	*Vosges*, *Belfort et Porrentruy* (Suisse), 132 p., 1 pl.	4 »
1898.	*Barcelone*, 240 p., 2 pl.	8,50
1899.	*Versant méridional de la Montagne Noire*, 186 p., 4 pl.	8 »
1901.	*Chablais* (Les grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses), 4 pl.	[en préparation]

1900.	*Trois excursions aux environs de Paris* (Etampes, Auvers-sur-Oise, Arcueil-Cachan), par M. Gustave F. Dollfus. In-8 raisin, 48 p., 17 fig. et cartes dans le texte.	2 »

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 6 Janvier 1902

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PRÉSIDENT

M. L. Gentil, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Quatre nouveaux membres sont présentés.

Le Président fait part du décès de M. **Arrault**, membre à vie de la Société.

On procède ensuite, conformément aux dispositions du Règlement, à l'élection d'un Président pour l'année 1902.

M. Emile **Haug**, ayant obtenu 131 voix sur 155 votants, est élu Président de la Société en remplacement de M. Léon Carez.

Sont ensuite nommés successivement :

Vice-présidents : MM. M. Boule, L. Gentil, M. Lugeon, G. Mouret.
Secrétaires : MM. L. Mémin, J. Giraud.
Vice-secrétaires : MM. P. Lemoine, H. Sage.
Trésorier : M. A. Boistel.
Membres du Conseil : MM. L. Carez, L. Janet, A. Thévenin, L. Pervinquière, L. Cayeux.

Dans sa séance du 14 janvier, le Conseil a fixé de la manière suivante la composition des Commissions pour 1902 :

1° *Commission du Bulletin :* MM. A. de Lapparent, Gustave Dollfus, J. Blayac, L. Carez, H. Douvillé.
2° *Commission des Mémoires de Géologie :* MM. Marcel Bertrand, Munier-Chalmas, H. Douvillé.
3° *Commission des Mémoires de Paléontologie :* MM. Marcellin Boule, Gustave Dollfus, Munier-Chalmas, Zeiller, L. Carez, Œhlert.
4° *Commission de Comptabilité :* MM. H. Douvillé, P. Termier, L. Janet.
5° *Commission des Archives et de la Bibliothèque :* MM. Emm. de Margerie, A. Thévenin, J. Blayac.

Séance du 20 Janvier 1902

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, PUIS DE M. E. HAUG

M. L. Gentil, Secrétaire sortant, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. L. **Carez**, Président sortant, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs et chers confrères,

« Avant de quitter le fauteuil, je tiens à vous exprimer de nouveau toute ma gratitude pour l'honneur que vous m'avez fait en m'appelant à présider notre Société pendant l'année 1901.

« L'an dernier, je vous faisais part de la crainte que nos travaux ne subissent quelque ralentissement, comme cela se produit d'ordinaire à la suite des Expositions universelles ; je suis heureux de constater aujourd'hui que mes appréhensions n'étaient pas fondées et que l'activité scientifique de notre Société s'est maintenue en 1901 au niveau des années précédentes.

« Je vous ferai même remarquer un fait d'une importance capitale, c'est le grand nombre des demandes d'admission qui vous ont été soumises dans le courant de l'année ; l'avenir de notre Société, qui avait paru un instant compromis, est de nouveau largement assuré.

« Le choix que vous venez de faire d'un Président plein d'activité et d'initiative et des autres membres du bureau de 1902 est d'ailleurs une garantie que tout ce qui est possible sera tenté pour augmenter encore la prospérité de notre association.

« Je tiens enfin en terminant à remercier en votre nom nos Secrétaires dont le zèle a réussi à faire paraître nos publications avec tant de célérité, et notre Trésorier, qui a continué à gérer nos finances avec le même soin que les années précédentes.

« J'invite M. Haug à venir prendre possession du fauteuil. »

M. E. **Haug** prend la parole en ces termes :

« Messieurs, lorsqu'il y a dix-huit ans, jeune étudiant, j'assistais pour la première fois à une séance de la Société géologique de France, l'idée ne me serait certainement pas venue que je pourrais être appelé un jour au très grand honneur d'occuper pour un an ce fauteuil de la présidence.

« En en prenant possession, j'exprime à tous mes confrères ma profonde reconnaissance de la haute distinction qu'ils viennent de m'accorder en me confiant ce poste que tant d'illustres maîtres ont occupé et que je ne pensais pas mériter encore.

« Je suis sûr de me faire l'interprète de vos sentiments à tous, Messieurs, en remerciant notre Président sortant de la sollicitude avec laquelle il a pris en main, en toutes circonstances, les intérêts de la Société, du zèle avec lequel, malgré d'absorbantes fonctions administratives, il a présidé nos séances. En appelant M. Carez à la Présidence, nous avions rendu hommage à ses beaux travaux sur les Pyrénées et nous avions manifesté une fois de plus notre conviction que la science ne saurait être l'apanage exclusif de ceux qui en ont fait leur carrière.

« Je tiens aussi à adresser mes souhaits de bienvenue aux membres du Bureau que vous venez de nommer : à nos éminents Vice-Présidents, qui, si je ne suffisais pas à la tâche, seraient prêts, j'en suis convaincu, à me seconder de leurs efforts ; à notre nouveau Trésorier, qui a bien voulu consentir à distraire, en faveur de nos finances, une partie de son temps déjà si absorbé par son enseignement et par l'élaboration de travaux si estimés sur la géologie d'une de nos plus difficiles régions françaises, sur les Lichens et sur la Philosophie du Droit ; à nos Secrétaires, qui, déjà comme vice-secrétaires, ont pris pendant deux ans une part très active à la publication de notre Bulletin et de nos Mémoires ; à nos nouveaux Vice-Secrétaires, enfin, qui représentent dans notre Bureau une jeune génération, pleine des plus belles promesses d'avenir.

« L'année nouvelle, Messieurs, s'ouvre pour nous sous d'heureux auspices. Pour la première fois depuis longtemps, la liste des membres, qui vous sera distribuée prochainement, accuse une augmentation du nombre des sociétaires. Ce progrès est imputable en partie, je le sais bien, au chiffre heureusement peu élevé des deuils que nous avons eu à enregistrer en 1901, mais il est dû aussi à un vigoureux afflux de membres nouveaux. C'est là un des meilleurs signes de vitalité d'une société. Puisse cette prospérité aller en s'accentuant ! Tous mes efforts y tendront et je suis sûr à l'avance de votre concours. »

Le Président donne lecture de deux lettres de MM. **Lugeon** et **Mouret**, qui remercient la Société de la marque de sympathie qu'elle leur a témoignée en les nommant vice-présidents.

Sont proclamés membres de la Société :

MM. D.-E. **Pachundaki**, à Alexandrie, présenté par MM. Stanislas Meunier et Fourtau.

Emile Chanel, Professeur au lycée de Bourg, Président de la Société des Naturalistes de l'Ain, présenté par MM. Stanislas Meunier et Lacroix.

O. **Mengel**, Professeur au collège de Perpignan, présenté par MM. Léon Bertrand et Depéret.

Cottron, Agrégé des Sciences naturelles, Professeur au lycée Ampère, à Lyon, présenté par MM. Munier-Chalmas et Haug.

Deux nouveaux membres sont présentés.

M. Boule présente à la Société, de la part de M. **Pallary**, la note suivante :

J'ai l'honneur d'offrir, pour la bibliothèque de la Société, deux notes du Dr Nehring, de Berlin, intitulées : *Einen fossilen Kamel-Schädel* (Camelus Knoblochi) *von Sarepta an der Wolga* [1] et *Ein fossiles Kamel aus Südrussland, nebst Bemerkungen über die Heimat der Kamele* [2].

Les paléontologistes savent que le genre *Camelus* est l'un des plus pauvrement représentés à l'état fossile : jusqu'à ce jour l'on ne connaissait guère que le *C. sivalensis* Falconer du Tertiaire supérieur de l'Inde, le *C. alutensis* Stefanescu du Pléistocène de la Roumanie, le *C. Thomasi* Pomel du Pléistocène algérien et enfin le Dromadaire, le plus récent de tous.

Le *Camelus Knoblochi* Nehring a été découvert en 1880 près de Sarepta sur la Volga, avec des restes d'Elasmotherium, de Mammouth, de Bison, de Megaceros et de Cheval par M. Knobloch et donné par lui au Muséum zoologique de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg, où il figurait sous le nom de *C. sivalensis*.

Ce Chameau est voisin du *C. bactrianus* actuel : l'aspect général est le même, mais les dimensions sont plus grandes et tous les os du crâne et les dents sont plus massifs, plus forts, plus puissants. Le trou sous-orbitaire est placé chez le *C. Knoblochi* très en avant : il est situé sur le milieu des dernières prémolaires (P_4) tandis que chez le *C. bactrianus* il est placé au-dessus de la partie antérieure de la première molaire. L'orbite est plus longue que haute, ce qui lui donne une forme ovale tandis que chez le *C. bactrianus*, et plus encore chez le Dromadaire, elle est bien ronde.

1. In *Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin*, n° 5, 1901.
2. *Globus*, Bd. LXXX, n° 12 (sept. 1901).

Le conduit auditif du *C. Knoblochi* est plus grand et plus sinueux que dans *C. bactrianus*, la perforation palatine diffère également : elle est placée plus en arrière. Les canines sont très fortes et les prémolaires très épaisses. Le museau est moins effilé que celui du *C. bactrianus ;* le palais paraît beaucoup plus plat dans l'espèce fossile, enfin le crâne est plus allongé que celui du *C. bactrianus* et plus encore que celui du Dromadaire. En résumé, le *C. Knoblochi* est le plus grand des Chameaux connus actuellement, tant vivants que fossiles.

Cette découverte jointe aux précédentes, jette un jour nouveau sur l'origine et l'étendue de l'habitat des Chameaux. On sait que jusqu'à ces derniers temps encore on considérait l'Asie comme la patrie du genre.

M. **Haug** présente de la part de M. **A. Tornquist** une note intitulée : « *Ueber mesozoische Stromatoporiden* », dans laquelle est décrit un Stromatoporidé, probablement crétacé, qui provient de Sumatra et dont les relations avec d'autres Stromatoporidés mésozoïques sont discutées.

Il offre ensuite à la Société un exemplaire du volume « *En Sicile, guide du savant et du touriste* », publié sous la direction de M. Louis Olivier et contenant une notice qu'il a rédigée sur la géologie de l'île, d'après les documents existants. Il attire particulièrement l'attention sur la très remarquable étude que M. Fouqué a consacrée, dans le même volume, à l'Etna, et que tous les géologues liront avec le plus grand intérêt. Cet article a d'ailleurs paru également dans le numéro du 30 janv. 1901 de la *Revue générale des Sciences*.

M. **Haug** dépose ensuite sur le bureau trois livraisons de la *Grande Encyclopédie*, dans lesquelles il a publié deux articles sur la *Tectonique* (livr. 746 et 747) et sur le *Trias* (livr. 758).

M. **Douvillé** appelle l'attention de la Société sur l'intérêt que présente la découverte du *Trias en Grèce*, faite par MM. **Cayeux** et **Ardaillon**. Le point de départ de ces recherches est le fragment de calcaire avec *Joannites* ramassé en 1896 à Mycènes par un élève de l'Ecole des Mines de Paris, M. de Loisy ; ce calcaire présentait des caractères microscopiques particuliers qui ont permis à M. Cayeux de le retrouver dans le massif du Cheli. On sait que ce massif domine l'Acropole de Mycènes ; tout semble donc indiquer que le fragment ramassé autrefois provenait bien des éboulis, comme M. Douvillé l'avait indiqué.

M. **Douvillé** présente à la Société un certain nombre d'échantillons intéressants rapportés par le Général **Jourdy** d'une excursion dans le *Sud-Oranais ;* ils forment deux séries bien distinctes provenant les uns de la région d'Igli et les autres des environs de Figuig. La première comprend la plupart des espèces carboniférienncs signalées par M. Ficheur dans sa note de décembre 1900 *(B. S. G. F.*, [3], XXVIII, p. 915) et quelques formes nouvelles : M. Douvillé signale particulièrement des valves ventrales de *Syringothyris cuspidata*, dégagées et d'une conservation remarquable.

La deuxième série se compose d'échantillons recueillis les uns à Duveyrier, les autres à Djenan el Dar, c'est-à-dire à l'est et au sud de Figuig et provenant de deux systèmes de couches calcaires, différant par leur texture : le premier comprend des couches rougeâtres à oolithes très régulières et de grosseur variable ; elles renferment deux faunes voisines, mais cependant assez distinctes : 1° *Bathonien* oolithique, avec *Nerinea*, *Lopha*, sp. (forme existant à Bayeux), *Rh. obsoleta*, *Rh. elegantula* (?), *Terebratula*, baguettes d'*Acrosalenia*, *Thamnastrea ;* 2° *Bajocien* également oolithique, avec *Belemnopsis sulcata* (fragment), *Trigonia striata*, *Lima* cf. *punctata*, *Lopha* sp. (même forme que ci-dessus), *Zeilleria ornithocephala*, *Isastrea limitata*, *Isastrea* sp.

Le second système est représenté par des calcaires noirs provenant surtout du Djebel Kardacha ; ils ont fourni une Rhynchonelle paraissant se rapporter à *Rh. tetraedra* du Lias moyen et une petite *Ammonite* malheureusement très usée par le frottement des sables : par ses tours nombreux et très étroits, par sa carène ventrale bien visible sur une section polie, elle appartient vraisemblablement au groupe des Harpocératidés *liasiques*. Les environs de Figuig paraissent ainsi présenter un développement important des couches du Jurassique inférieur.

Une partie de ces échantillons a été recueillie par M. le lieutenant Quoniam des tirailleurs algériens et il est vivement à souhaiter que l'état troublé de cette région ne mette pas trop d'obstacles à la continuation de ses intéressantes recherches [1].

1. Un deuxième envoi de cet explorateur zélé est venu augmenter d'une manière assez notable la faune bajocienne-bathonienne des environs de Duveyrier : *Hamusina* sp., *Ctenostreon Hector*, *Lima* (2 espèces identiques à des formes de Conlie), *Eopecten* (*Hinnites* auct.) *tuberculatus*, *Ostrea* aff. *sportella*, *Terebratula Fleischeri*, *Zeilleria cadomensis*, *Rhynch. quadriplicata*, *Rh. lotharingica*, *Rhabdocidaris maxima*. Ces formes accentuent encore les analogies signalées plus haut avec les faunes synchroniques du nord de la France (Normandie, Lorraine) ; il est intéressant de signaler également

M. P. **Lory** adresse l'observation suivante au sujet du Compte-rendu de la séance du 16 décembre 1901 :

M. Haug cite (p. 153) « l'exemple signalé récemment par M. Kilian, de plis du massif du Vercors déversés vers l'intérieur des Alpes, en regard de plis plus internes déversés vers l'extérieur ». Je me permets de rappeler que j'ai le premier signalé (*C.-R. Ac. Sc.*, 26 déc. 1898), en partie en utilisant des observations de Ch. Lory, ces déversements des plis avoisinant le Bord subalpin au sud de Grenoble. Dans cette note j'établissais l'existence d'une bande, allant du nord au sud de la feuille *Vizille*, où le déversement des éléments tectoniques vers l'intérieur des Alpes est la règle. Avec les plis occidentaux du Vercors, ce faisceau constitue un *éventail composé* : cette structure a été mise en plus complète évidence par les observations que, à partir de 1899, M. Kilian a publiées sur le Vercors. Vers le sud, la branche interne de l'éventail englobe le dôme cristallin de la Mure; les plis qui lui succèdent à l'est, synclinal de la Mateysine, anticlinal principal de Belledonne (Tabor-Larmet), sont normaux [1] : la structure à « plis dont les charnières se font face » n'existe donc pas ici. Mais elle apparaît *plus* au nord, lorsque le sens de la dissymétrie change dans la bordure liasique de la zone alpine : sur 8 kilom. environ de longueur, ainsi que je l'indiquais dans la note ci-dessus mentionnée, ses plis se déversent vers l'extérieur, faisant face à ceux du Vercors (bordure et partie orientale, de Vif au Villard-de-Lans).

La cause du déjettement vers l'intérieur reste énigmatique; s'il a pu y avoir affaissement relatif, par rapport à la zone axiale du Vercors, de certaines parties de la bordure interne de ce massif, on ne voit pas qu'il en ait été de même du Bord subalpin, ni surtout du dôme de la Mure.

M. W. **Kilian** envoie la note suivante :

I. — Dans une très remarquable et suggestive étude sur l'origine des vallées des Alpes occidentales, publiée dans les « Annales de Géographie » (tome X, 1901), M. Maurice Lugeon cite le *défaut de corrélation* que j'ai signalé, après Ch. Lory, entre les deux rives de l'Isère en aval de Grenoble. Notre collègue et ami ajoute :

des analogies curieuses avec le Bathonien de l'Abyssinie : *Rh. lotharingica*, *Eopecten* (*Pleuronectites*). (*Note ajoutée pendant l'impression*).

1. Voir Ch. Lory, Descr. Dauph., Pl. I, fig. 4; P. Termier, *C.-R. Ac. Sc.*, 25 nov. 1901. — Ce n'est que localement, à Auris-en-Rattier, que le flanc ouest de l'anticlinal cristallin présente un renversement vers l'extérieur (Sc. Gras, Mém. terrain anthraxifère, p. 63; Ch. Lory, Descr. Dauph., p. 79).

« Malgré mon désir, *je ne puis voir ce défaut de corrélation;* je ne vois qu'une suite des mêmes plis, interrompus seulement par la plaine alluviale ».

Il m'est impossible de ne pas faire remarquer qu'il y a là une erreur de faits : Si, dans la portion aval (Voreppe, Echaillon) de la cluse de l'Isère, les mêmes plis se correspondent *parfaitement* de part et d'autre de la vallée, il n'en est pas de même en amont de Saint-Egrève : le synclinal de Proveysieux a bien sa continuation sur la rive gauche, mais son axe s'y montre fortement relevé et *coupé par une faille transversale* oblique à la vallée et bien visible entre Sassenage et le seuil du Furon. Il en est de même de l'anticlinal (pli-faille) du flanc ouest de la montagne du Néron qui correspond au pli-faille bien connu de Sassenage; mais en remontant la vallée vers Grenoble, on constate que la rive gauche (Balme de Fontaine) est constituée par des assises sénoniennes *plongeant vers l'est*, alors que sur le flanc droit de la vallée, ce sont les assises du Crétacé inférieur et du Tithonique qui se relèvent et prennent un *pendage vers l'ouest*. Ce défaut de corrélation est un fait matériel, manifeste, contre lequel ne peut prévaloir aucune théorie si brillante qu'elle soit; on peut estimer à 300 m. au moins la dénivellation des couches à la hauteur de l'extrémité orientale des Balmes de Fontaine.

Ce défaut de corrélation s'explique facilement par la continuation vers le sud-est (sous les alluvions) de la faille transversale du seuil du Furon qui n'est elle-même que la conséquence d'une torsion des plis dont je me propose d'indiquer les détails dans une autre circonstance. Même dans le cas, très discutable, à tout prendre, où ces accidents importants n'auraient eu aucune action sur la « surface structurale » primitive (qui n'en était cependant théoriquement séparée que par l'épaisseur de la mollasse miocène), il n'en demeure pas moins vrai qu'ils ont dû faciliter le travail d'érosion de l'Isère et influencer la direction définitive du thalweg.

Il est à remarquer du reste que si l'axe du synclinal de Proveysieux se *relève* sur la rive gauche de l'Isère, le contraire a lieu pour l'étroit synclinal (Urgonien) du sommet du Néron qui, à gauche de la vallée, s'abaisse *brusquement* (par faille transversale, et fait place sans transition à un *large plan incliné* d'assises sénoniennes). Le problème est donc infiniment moins simple que le suppose M. Lugeon et si, comme il le dit, « la cluse de Grenoble est due uniquement à l'ondulation synclinale transverse qui sépare la Chartreuse du Vercors », c'est jouer avec les mots, que de dénier toute influence aux *failles* matériellement reconnues, qui, près de

Grenoble, ont motivé ou, au moins, accentué cette ondulation en occasionnant une dénivellation d'au moins 300 mètres et qui se traduisent par un défaut de corrélation évident entre les deux flancs de la vallée.

II. — Le passage, par la dépression des lacs de Laffrey-Pierrechâtel, d'un cours d'eau dirigé du nord vers le sud (l'ancienne Romanche) a été signalé par moi, avec nombreuses preuves à l'appui, en 1900 (Bull. Serv. Carte géol. de Fr., n° 75). Je suis heureux de constater que M. Lugeon arrive de son côté à la même conclusion.

Edouard **Harlé**. — *Elan de Laugerie-Haute, près des Eyzies (Dordogne).*

J'ai examiné, il y a quelques jours, des ossements que M. Leyssalle, cultivateur, avait extraits du sol, en plusieurs endroits, sous un rocher en surplomb auquel est adossée sa maison, la dernière en amont du hameau de Laugerie-Haute, au bord de la route. La couleur et la consistance de ces ossements et des restes de terre qu'ils ont conservés, m'ont conduit à les diviser en deux groupes.

L'un comprend beaucoup d'ossements d'animaux quaternaires de la faune froide et de la faune des steppes. Ils proviennent d'une station préhistorique à industrie magdalénienne et solutréenne, dont l'étude a été entreprise par MM. Capitan et Breuil. Je ne donnerai donc aucun détail à leur sujet.

L'autre groupe est composé de très peu d'ossements qui, à en juger par leur apparence, sont plus récents. J'ai pu déterminer, parmi eux, une extrémité de tibia de Cheval, une omoplate de Cochon ou de Sanglier et un morceau de mandibule d'Elan. Cette dernière pièce, qui fait partie de ma collection, présente un certain intérêt à cause de la très grande rareté des restes d'Elan dans le Sud-Ouest de la France. Elle comprend les deux dernières prémolaires et la moitié de la première arrière-molaire. Ces dents ont la même grandeur que chez l'Elan actuel (longueur des prémolaires 24 et 28 millimètres). Elles ont aussi la même forme. Comme chez l'Elan, la disposition générale de la dernière prémolaire, vue de dessus, est la même que chez le Renne et diffère ainsi énormément de celle de toutes les dents du Cerf du Canada et du Mégaceros. La forme analogue de l'avant-dernière prémolaire est celle spéciale à l'Elan. Ces caractères sont si nets et si probants que j'ai cru inutile de joindre une figure à l'appui de ma détermination.

BRYOZOAIRES FOSSILES

par M. F. CANU.

I. Collection Campiche

(NÉOCOMIEN)

Cette collection m'a été offerte par M. de Loriol à qui je ne saurais adresser trop de remerciements.

Les échantillons proviennent de différentes localités néocomiennes. Ceux de Sainte-Croix et du Mont-Salève ont été recueillis par le docteur Campiche lui-même et déterminés par d'Orbigny. Les meilleurs ont été retenus à l'époque au Muséum d'Histoire naturelle. Néanmoins ceux qui restent sont encore très bons et, comme me l'écrivait M. de Loriol, ils ont presque la valeur des originaux. Enfin un petit nombre d'échantillons ont été achetés à Paris et en Allemagne.

L'examen de cette collection m'a permis de compléter les observations faites par Pergens dans sa « *Revision des Bryozoaires (Cyclostomes) crétacés figurés par d'Orbigny* [1] ». Voici la liste des espèces étudiées. Elle pourra servir de prodrome à la faune du Néocomien. Je respecte les noms primitifs marqués sur les étiquettes; mais je rétablis à la suite le véritable nom spécifique quand c'est nécessaire.

Stomatopora incrassata d'Orb. = *S. granulata* Edw. Mont-Salève.

Proboscina crassa d'Orb. Berklingen (Brunswick).

Berenicea flabelliformis Rœmer = *B. gracilis* d'Orb. Mont-Salève, Berklingen. Gregory pense, à tort je crois, que cette espèce est le *B. gracilis* Edw.

Berenicea polystoma d'Orb., non Rœmer. Sainte-Croix.

Berenicea polystoma Rœmer, non d'Orbigny. Berklingen.

Mesenteripora marginata d'Orb. Sainte-Croix.

Mesenteripora neocomiensis d'Orb. = *M. meandrina* Wood. Sainte-Croix.

Bidiastopora neocomiensis d'Orb. Sainte-Croix. Pergens dit

1. *Bull. Soc belge Géol., Pal., Hyd.*, 1889, pp. 305 et suiv.

que cette espèce doit être *Entalophora pulchella* Ross. Je ne le crois pas; c'est une espèce spéciale dont voici les mesures :

Diamètre zoécial intérieur	= 0,11 — 0,14
Diamètre du péristome	= 0,21 — 0,22
Diamètre zoécial transverse	= 0,28
Distance des ouvertures	= 0,50

Bidiastopora Campicheana d'Orb. Sainte-Croix. Pergens en fait un synonyme de *B. acuta* d'Orb. Je ne suis pas de cet avis. L'échantillon du Muséum est insignifiant. C'est une espèce bien spéciale dont voici les mesures :

Diamètre zoécial intérieur	= 0,09 — 0,10
Diamètre du péristome	= 0,14
Diamètre zoécial transverse	= 0,17 — 0,21
Distance des ouvertures	= 0,35

Bidiastopora acuta d'Orb. Sainte-Croix.

Filisparsa neocomiensis d'Orb. Fausse détermination. Localité inconnue.

Filisparsa crassa d'Orb. Fausse détermination. Localité inconnue. Les échantillons correspondent à *Entalophora rugosa* d'Orb.

Entalophora icaunensis d'Orb. Sainte-Croix. Les échantillons ne correspondent pas à la figure de d'Orbigny, mais à *E. proboscidea* F. Les deux espèces sont d'ailleurs synonymes (Pergens).

Entalophora neocomiensis d'Orb. = *Laterotubigera neocomiensis* d'Orb. Sainte-Croix. Les échantillons sont très frustes. Ceux du Muséum sont meilleurs, mais ils n'appartiennent pas à *E. pulchella* Rss. comme le prétend Pergens.

Spiropora neocomiensis d'Orb. = *Sp. verticillata* Goldf. Sainte-Croix.

Multizonopora ramosa d'Orb. = *Heteropora arborea* (K. et D.) d'après Pergens. Sainte-Croix.

Reptoclausa neocomiensis et *Semiclausa alternata* d'Orb. n'existent plus dans la collection Campiche. Sainte-Croix.

Reptotubigera neocomiensis d'Orb. Sainte-Croix. Les échantillons ne correspondent pas à ceux du Muséum et la détermination en est erronée.

Fasciculipora flabellata d'Orb. Sainte-Croix.

Fasciculipora neocomiensis d'Orb. Sainte-Croix.

Cyrtopora Campicheana d'Orb. Sainte-Croix.

Frondipora Campicheana d'Orb. Sainte-Croix.

Radiofascigera neocomiensis d'Orb. = *R. ramosa* d'Orb.

Sainte-Croix. Le nom a probablement été changé ultérieurement par d'Orbigny. La figure de cet auteur est exagérée.

Multifascigera Campicheana d'Orb. Sainte-Croix.

Multitubigera Campicheana d'Orb. Sainte-Croix. L'interprétation du genre par Pergens ne me paraît pas exacte.

Radiopora heteropora d'Orb. = *Heteropora tuberosa* Rœmer. Berklingen, Kissenbruck, Sainte-Croix.

Elea reticulata d'Orb. Sainte-Croix. L'échantillon est très médiocre. Ce n'est peut-être pas une Eléidée.

Reptomulticava tuberosa d'Orb. Localité inconnue. Echantillon très médiocre.

Les Bryozoaires sont, paraît-il, très abondants dans le Néocomien Vaudois. Il est à souhaiter que des matériaux plus nombreux fussent étudiés.

2. Collection Dutemple

(SÉNONIEN SUPÉRIEUR)

La collection Dutemple m'a été communiquée pour l'étude par M. Leriche, de l'Université de Lille. Je l'en remercie vivement. Pour n'avoir pas la valeur de la précédente, elle est encore très intéressante.

Dutemple a communiqué beaucoup d'échantillons à d'Orbigny; mais ils sont restés au Muséum. Ceux qui font partie de la collection actuelle, conservée à Lille, n'étaient pas tous déterminés ou l'étaient faussement. Un certain nombre de déterminations exactes paraissent être de d'Orbigny lui-même.

Les échantillons ont été recueillis à Epernay et à Chavot. La liste que j'en donne est le prodrome de la faune des terrains crétacés de l'est du bassin de Paris qui est actuellement à peu près inconnue.

Sous le nom de *Membranipora Cypris* d'Orb., j'ai trouvé trois espèces :

1° *Membranipora* sp. trop insuffisante pour être nommée.

2° *Membranipora inornata* d'Orb., Epernay. Le type de la figure de d'Orbigny est de la même localité.

3° *Membranipora grandis* d'Orb., Epernay, Cuis, Chavot, Mancy.

Dans ma « *Revision des Bryozoaires (Cheilostomes) du Crétacé figurés par d'Orbigny* » [1] j'avais assimilé *M. Cypris* à *M. elliptica*

1. *B. S. G. F.*, [3], XXVIII, 1900, p. 354, fig. 8.

Hag. Je m'étais trompé. Les exemplaires de Chavot sont absolument semblables à la figure de d'Orbigny. Ils indiquent de plus que c'est la forme rampante du *M. grandis* d'Orb.

Onychocella Acis d'Orb. Chavot. Etait sous l'étiquette erronée de *Biflustra rustica*.

Onychocella matrona Hag. Chavot.

Onychocella parisiensis d'Orb. (Pal. Franç., pl. 603, fig. 4-6 [très exacte], pl. 673, fig. 5-6 [variation]). Dans ma *Révision* [1] j'ai fait entrer cette espèce en synonyme de *O. Cypræa* d'Orb., le type n'existant plus au Muséum. Je me suis trompé. C'est une espèce distincte. Les échantillons de Chavot sont rigoureusement conformes aux figures de d'Orbigny. Opésie submédiane; zoécies ogivales.

Opésie	Lo = 0,22 — 0,29 lo = 0,22 — 0,29	Zoécie	Lz = 0,71 — 0,85 lz = 0,64

Floridina microstoma Hag. = *Eschara Cornelia* d'Orb. (Pal. Franç., p. 151, pl. 672, fig. 10-12). — Chavot.

Cribrilina plicatella Hag. Chavot.

Rosseliana parisiensis d'Orb. Chavot. J'ai fait de cette espèce une variété de *Onychocella depressa* Hag. Un exemplaire excellent, très conforme à la figure de d'Orbigny, montre nettement en outre par son onychocellaire perforé que c'est une Opésiulidée.

Opésie	Lo = 0,14 lo = 0,21	Zoécie	Lz = 0,57 (M = 0.70) lz = 0,42

Gargantua hippocrepis Hag. Chavot. Etait sous l'étiquette erronée de *Reptocelleporaria cretacea*.

Rhagasostoma Atalanta d'Orb. Chavot. Les échantillons se rapprochent aussi de *R. Lamourouxi* Hag.

Rhagasostoma Lamarcki Hag. Chavot. Sous l'étiquette de *Eschara Clito* d'Orb., qui est synonyme.

Porina Ehrenbergi Hag. Chavot. Sous l'étiquette de *P. angustata* d'Orb. qui est synonyme et sous les étiquettes erronées de *Porina filograna* et d'*Entalophora filiformis*.

Porina Kleini Hag. = *Systenostoma asperulum* Marss. (« Rügen », p. 89, pl. 9, fig. 2). Chavot. Je reproduis ci-contre (fig. 1) un excellent exemplaire qui montre la constitution de cette remarquable espèce.

Porina salebrosa Marss. Chavot. Des exemplaires admirablement conservés, indiquent la présence d'un grand avicellaire intercalé, mal figuré par Marsson.

1. *Id.*, p. 399.

Idmonea triangularis d'Orb. Chavot.

Lichenopora meudonensis d'Orb. Chavot.

Melicertites meudonensis d'Orb. Chavot. Il existe la plus grande confusion sur cette espèce, la figure de d'Orbigny étant incomplète et l'original n'existant plus au Muséum. Je donne ici (fig. 2) une

Fig. 1. — *Porina asperula* Marss. — × 25.

Fig. 2. — *Melicertites meudonensis* d'Orb. — × 25.

figure d'un échantillon de Chavot qui paraît avoir été déterminé par d'Orbigny. Il y a un tubercule aux points de contact des péristomes. L'éléocellaire est caractéristique. Les mesures de Pergens ne concordent pas avec les mesures ci-dessous que je relève sur cet échantillon.

Hauteur operculaire	= 0,19 — 0,21
Largeur operculaire	= 0,17 — 0 19
Diamètre zoécial transverse	= 0,30
Longueur de l'éléocellaire	= 0,85

Toutes les espèces étudiées sont du niveau de Meudon. Elles existent dans cette localité ou dans les localités synchroniques; six d'entre elles existent à Maestricht.

SUR LE

TERRAIN NUMMULITIQUE DE L'AQUITAINE

par M. H. DOUVILLÉ.

On sait que les dépôts qui se forment au fond des mers pendant une même période présentent des différences considérables, non seulement dans leur constitution minéralogique, mais encore au point de vue des débris organisés qu'ils renferment. Les animaux qui vivent au fond de la mer varient en effet beaucoup suivant la profondeur et suivant la nature du fond; il en résulte que l'on peut imaginer deux dépôts contemporains n'ayant pour ainsi dire aucun fossile commun, tandis qu'au contraire deux dépôts d'âge différent, mais s'étant formés dans les mêmes conditions physiques peuvent présenter de telles analogies fauniques qu'un examen très approfondi sera nécessaire pour mettre en évidence leur différence d'âge; ces analogies seront d'autant plus grandes que beaucoup de formes animales ont éprouvé dans le temps des variations extrêmement lentes et ne donnent par suite que des renseignements très vagues sur l'âge des couches où on les rencontre. En un mot, au point de vue de la détermination de l'âge des couches, les fossiles ont des valeurs très différentes : les uns sont *bons* et les autres sont *mauvais* et comme toujours ce sont les mauvais qui sont les plus abondants.

Quels sont les caractères des bons fossiles? C'est d'abord d'être indépendants de la nature minéralogique, c'est-à-dire du *faciès* des dépôts où on les rencontre, c'est en second lieu de se modifier rapidement dans la succession des temps géologiques, de telle sorte que chacune de ces formes distinctes n'ait persisté que pendant une courte période. En général ce sont les organismes les plus compliqués qui se modifient le plus rapidement ou, plus exactement, dont les modifications sont le plus facilement perceptibles. A ce double point de vue les Ammonites sont des fossiles excellents, ce sont des animaux nageurs et dont les débris peuvent être par suite rencontrés indifféremment dans tous les dépôts [1] et

1. Cette indifférence n'est que relative; en effet ces animaux après leur mort viennent flotter à la surface de la mer et leur coquille ne peut tomber au fond que lorsqu'elle est partiellement brisée par accident, ou lorsque la

en outre leur ornementation variée et la complication de leurs cloisons constituent des réactifs paléontologiques d'une grande sensibilité. Aussi l'étude des Ammonites a-t-elle permis d'établir pour les terrains secondaires des zones nombreuses et définies d'une manière tout à fait précise.

A l'époque tertiaire les formes de ce groupe ont disparu ; presque toujours les faunes sont principalement constituées par l'élément local, c'est-à-dire par des animaux qui ont vécu à peu de distance de l'endroit où on rencontre leurs débris : elles dépendent donc dans une trop grande mesure des conditions locales, du faciès des dépôts. Les bons fossiles sont en bien petit nombre et sont surtout représentés par les Vertébrés, Poissons ou Mammifères ; ces animaux nageurs ou coureurs sont indépendants de la nature des couches et leur organisation est tellement complexe que ses variations permettent de déterminer avec une précision extrême l'époque où ils ont vécu. Malheureusement ces débris sont rares et font même presque entièrement défaut dans les dépôts marins qui sont de beaucoup les plus importants.

Il existe un autre groupe d'animaux qui jouent un rôle considérable dans les dépôts tertiaires, ce sont les Foraminifères : la plupart d'entre eux paraissent avoir eu une longévité fâcheuse et sont vraisemblablement de mauvais fossiles ; il en est d'autres au contraire, qui, par suite de leur structure très compliquée, peuvent donner des indications paléontologiques assez précises ; c'est le cas par exemple pour les Orbitoïdes dont les groupes principaux *Orbitoides*, *Orthophragmina*, *Lepidocyclina*, caractérisent respectivement le Maestrichtien, l'Eocène, l'Aquitanien. Les Nummulites également sont spéciales à l'Eocène et à l'Oligocène inférieur, on les rencontre dans des couches de faciès très différents, et il est généralement admis que leurs diverses espèces n'ont qu'une extension verticale assez limitée. C'est ainsi que de Hantken et de la Harpe ont proposé une échelle des Nummulites dans laquelle ils distinguent huit zones successives caractérisées chacune par des espèces spéciales. Mais lorsqu'on cherche à appliquer ces idées, on se heurte à de grosses difficultés et en somme les synchronismes proposés par de la Harpe présentent des inexactitudes manifestes. C'est que malgré les travaux nombreux dont les Nummulites ont été l'objet ces fossiles sont encore bien insuffisamment connus :

destruction du siphon a permis à l'eau de la mer de pénétrer dans les chambres à air. En dehors de ces deux éventualités, les coquilles d'Ammonites sont rejetées à la côte, comme le sont de nos jours les coquilles de la Spirule.

les espèces qui ont été distinguées présentent une variabilité extrême, et on n'a jamais pu établir d'une manière précise la valeur exacte des différences observées. Dans quel cas faut-il les considérer comme indiquant de simples *variétés*, c'est-à-dire analogues à celles que présentent les individus d'une même couche et dans un même bassin ? Sur un même horizon et dans des bassins différents la même espèce pourrait présenter des différences d'une autre nature correspondant à des *races*. Enfin des différences beaucoup plus importantes seraient celles que présenterait une même forme traversant des horizons successifs, elles correspondraient à ce que Waagen a appelé les *mutations* et ce sont celles qui fournissent les meilleurs caractères pour la distinction des niveaux géologiques. Mais comment arriver à distinguer les variétés, les races et les mutations ?

Pour simplifier le problème il paraît tout d'abord indispensable d'étudier séparément chaque bassin géologique, de manière à éliminer la question des races ou espèces représentatives et à ne plus avoir à s'occuper que des variétés et des mutations ; on établirait ainsi une échelle distincte pour chaque région et leur comparaison indiquerait quelles sont les espèces représentatives et ferait voir s'il est possible d'établir une échelle unique.

C'est un programme qu'il est assez difficile de réaliser d'une manière rigoureuse ; car le seul fait d'appliquer à une forme de Nummulite un nom spécifique, établi dans une région différente, indique des rapprochements souvent très discutables ; c'est le cas par exemple pour les *N. irregularis* et *N. Murchisoni* citées dans le bassin de l'Adour ; la première de ces espèces a été établie sur une coupe équatoriale d'un seul échantillon recueilli en Crimée dans les couches qui renferment les *N. distans* et *N. polygyrata* et quant à la seconde c'est une forme à spire très lâche accompagnant dans les Préalpes bavaroises toute la faune du Kressenberg, dont le niveau exact n'est pas connu avec précision. Ces rapprochements à grande distance toujours un peu hypothétiques devraient être autant que possible évités, au moins jusqu'à ce que nos connaissances sur les Nummulites soient plus avancées.

Pour le moment, il est très difficile d'affirmer si deux formes analogues appartiennent ou non à la même espèce et cela surtout par suite de notre ignorance de la valeur de tel ou tel caractère ; en particulier la disposition précise des filets n'a été que rarement indiquée et nous ignorons pour un grand nombre de formes si cette disposition n'éprouve pas avec l'âge des modifications plus ou moins considérables ; déjà nous savons que dans le groupe de

la *N. perforata* (auct.) les granulations disparaissent habituellement dans l'adulte.

Il est donc prudent d'être, pour les Nummulites, beaucoup plus réservé dans les assimilations spécifiques qu'on ne l'est d'ordinaire pour des formes bien mieux connues, comme les Ammonites par exemple ; dans ce dernier cas nous n'ignorons aucun des détails de l'organisation, le mode d'ornementation, la disposition des cloisons, présentent des caractères précis et nous pouvons souvent reconnaître en outre leurs modifications successives.

Une autre difficulté provient du peu de rigueur qui a été apporté jusqu'à présent dans la dénomination des Nummulites ; parmi les noms les plus usités, beaucoup ne pourront être conservés, comme reposant sur des erreurs d'attribution ou n'étant pas conformes au type primitif. Ainsi la *N. perforata* a été établie par de Monfort [1] (sous le nom d'*Egeon*), pour une petite espèce de Claudiopolis (Klausenburg) en Transylvanie, ayant 4 millim. de diamètre ; il donne en outre une figure grossie un peu plus de 10 fois ; c'est d'après cette figure que d'Orbigny [2] a établi sa *N. perforata ;* mais il a reconnu plus tard que l'assimilation de la forme française, de taille toujours assez grande, avec la petite forme de Transylvanie, était peu admissible, et dans le Prodrome [3] il n'est plus question de cette dénomination qui est remplacée par *N. spissa* Defr. La définition de cette dernière espèce [4] est d'ailleurs bien peu précise, l'auteur indiquant seulement ses dimensions « 1 pouce de diamètre pour 6 ou 7 lignes d'épaisseur », et « localité inconnue » ; ce nom spécifique doit donc être considéré comme insuffisamment défini. La *N. crassa*, de Boubée [5], est également caractérisée par ses dimensions, 22 millim. de diamètre, sur 9 d'épaisseur, mais l'auteur indique en outre sa provenance « Bastènes (Landes) » ; l'espèce n'est pas figurée et le caractère essentiel des granulations n'est pas indiqué ; aussi cette forme ne pouvait-elle être encore reconnue d'une manière certaine. C'est seulement en 1848 que Joly et Leymerie figurent cette espèce sous le nom de *N. aturica* ; le type provient de la Fontaine de la Médaille près de Montfort (Landes).

1. Denys de Montfort. Conchyliologie systématique, tome I, p. 166, genre 42, 1808.

2. D'Orbigny. Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. *Ann. Sc. nat.*, t. VII, p. 245, 1826.

3. Prodrome, 1850, p. 335, 24e étage suessonien, n° 680.

4. Defrance. Dict. Sc. nat., t. XXXV, p. 224, Article Nummulites, 1825.

5. Boubée. Bull. d'hist. nat. de France, p. 4, n° 7, sans date; d'Archiac indique 1831 et 1834, mais l'auteur lui-même donne la date de 1833 dans le *B. S. G. F.*, (2), IV, p. 1011 (7 juin 1847).

et les auteurs mentionnent expressément : « c'est peut-être la *N. crassa* Boubée, mais il nous est impossible d'avoir à cet égard aucune certitude, cet auteur n'ayant donné que quelques mots de description sans figure ». La forme figurée correspond à une variété moins épaisse, elle n'a que 5 millim. 5 pour un diamètre de 22 millim.

La *N. biarritzana* de d'Archiac provient incontestablement, comme l'avait très bien reconnu de la Harpe, des couches supérieures de Biarritz [1]; il pense que « la *N. biarritzensis* primitive est la même que la *N. contorta* Desh. qui est plus ancienne ». D'après les échantillons que nous avons entre les mains nous croirions plutôt que la forme primitive appartient encore à un niveau plus élevé ; mais en tout cas cette dénomination ne peut être considérée comme suffisamment définie et nous n'avons certainement pas le droit, comme l'a proposé de la Harpe, « de transporter ce nom de *biarritzensis* à une espèce qui occupe un niveau un peu inférieur ».

La *N. Ramondi* a été établie par Defrance [2] en 1825, pour des échantillons « n'ayant pas beaucoup plus de une ligne de diamètre, et très abondants dans des morceaux de calcaire gris brun recueillis par Ramond, sur le Mont-Perdu ». C'est très probablement la *N. variolaria* et en tout cas ce type est bien différent de la forme à laquelle d'Archiac a appliqué cette dénomination.

La *N. complanata* est elle-même bien incertaine : Lamarck [3], en 1822, établit ce nom pour une forme ayant 1 pouce 3 lignes de diamètre (environ 34 millim.), la plus grande que l'on connaisse, et de localité inconnue; peut-être, ajoute-t-il, provient-elle des environs de Soissons ? mais en tout cas « fossile de France ». Defrance, en 1822, à l'article *Lenticulites*, institue un *L. complanata* ayant, dit-il, beaucoup de rapports avec la *N. planulata*, mais plus aplatie ; en 1825 il reprend la *N. complanata* Lamk., en indiquant comme localités : Soissons, Languedoc, Transylvanie, Mont-Aubry en Suisse, Vicentin, Véronais. Celle de Soissons, ajoute-t-il très judicieusement, est probablement à rapporter à *N. lævigata ;* celles de Ronca, dit-il encore, n'ont que 12 à 15 lignes de diamètre et pourraient constituer une espèce particulière. En résumé la définition de Lamarck est tout à fait insuffisante et l'interprétation de Defrance manque encore de précision ; il est en somme à peu près impossible de savoir ce qu'il faut prendre comme type de la *N. complanata*.

1. De la Harpe. *Bull. Soc. Borda*, 4e année, 2e trimestre, p. 137, 1879; p. 5 du tirage à part.
2. Dict. Sc. nat., t. XXXV, p. 224, Art. Nummulites.
3. Hist. nat. an. s. vert., t. VII, p. 629.

Une espèce souvent citée est l'*Assilina exponens ;* c'est une espèce établie en 1840 par J. de C. Sowerby [1], pour des échantillons recueillis par Sykes dans l'Inde (Cutch) ; ils sont figurés, mais la description de quelques lignes, dans l'explication des planches, ne peut être vraiment considérée comme suffisante pour permettre de reconnaître avec précision une forme appartenant au groupe si difficile des Assilines.

Nous n'avons pas encore parlé de l'ouvrage qui a toujours été considéré comme fondamental pour l'étude des Nummulites, la Monographie des Nummulites par d'Archiac et J. Haime, publiée en 1853, en tête de la Description des fossiles nummulitiques de l'Inde ; cette monographie est accompagnée de très belles figures et on pourrait croire que ce mémoire a établi une base solide pour l'étude de ce groupe si compliqué. Malheureusement une simple question de détail vient enlever beaucoup d'importance à cet ouvrage : les auteurs ont négligé d'indiquer les localités d'où proviennent les échantillons figurés ; et comme les localités citées sont souvent très nombreuses, que fréquemment elles appartiennent à des niveaux différents, il est presque toujours impossible de déterminer avec précision le niveau géologique des types figurés. Aussi, dans le cas de difficultés d'interprétation, est-il bien rare que la Monographie apporte quelque lumière nouvelle. Ainsi, même après d'Archiac et Haime, nous ne savons toujours pas où il faut prendre le type de *N. complanata* et nous ignorons encore si les caractères de la *N. exponens* se rapportent bien à la forme de l'Inde. Il faut ajouter également que la distinction des formes A et B est postérieure à la Monographie et que l'existence d'une mégasphère n'est indiquée qu'accidentellement.

Les travaux de Ph. de la Harpe nous donnent des renseignements bien plus précis et ils permettent de se rendre bien compte du point où en est arrivée actuellement l'étude des Nummulites. La question des variétés est nettement posée et l'auteur réunit souvent, à ce titre, des formes qui avaient été considérées comme spécifiquement distinctes par d'Archiac et Haime. Malheureusement ces travaux ont été interrompus prématurément par la mort de l'auteur et ils sont restés incomplets ; il en est résulté des indécisions et des variations dans les conclusions successives, de sorte qu'il est difficile de savoir si la dernière opinion exprimée aurait bien été définitive. Il est bien certain en outre que l'auteur n'a pas toujours eu à sa disposition des indications stratigraphiques suffi-

1. *Trans. Geol. Soc. London*, vol. V, pl. LXI, fig. 14 *a-c*, p. 719 et explication des planches.

santes. Le travail de coordination qu'il avait entrepris et qui se résume dans son Echelle des Nummulites [1] demanderait à être repris et dès maintenant il n'est pas douteux qu'il ne présente des erreurs d'une certaine importance.

Au point de vue du parallélisme des couches, il se présente encore une autre difficulté : on sait que les Nummulites se rencontrent habituellement par couples : les formes A à mégasphère sont presque toujours de plus petite taille et offrent des caractères plus simples, tandis que les formes B à microsphère atteignent une grande taille et présentent une organisation plus compliquée. Ces formes ne s'accompagnent pas toujours, et leur degré de fréquence est ordinairement très différent. Leur valeur relative au point de vue de la détermination de l'âge des couches est bien différente : les formes A plus simples ont, comme l'on devait s'y attendre, une longévité plus grande, souvent elles paraissent précéder les formes B et leur survivre ; les formes B, au contraire, plus compliquées, ont varié plus vite ou du moins leurs modifications sont plus faciles à constater. Il est donc prudent de considérer bien plutôt ces dernières formes quand il s'agit de déterminer l'âge d'une couche : mais en tout cas l'étude précise et séparée des formes A et B fournira souvent des résultats intéressants.

Bassin de l'Aquitaine

Au point de vue de l'étude des Nummulites, le bassin de l'Aquitaine présente un intérêt particulier. Les dépôts éocènes et oligocènes y sont très variés et très fossilifères, et ils ont été l'objet de travaux nombreux. Si la connaissance que nous en avons n'est pas encore tout à fait complète, on peut au moins être assuré que ce sont ceux dont la constitution détaillée est la moins imparfaitement connue. La région aquitanienne est certainement celle où il serait le moins difficile d'établir une ou plusieurs échelles stratigraphiques locales, permettant de se rendre compte de la constance des faunes de Nummulites dans les couches de même âge et de leurs modifications dans les couches d'âge différent. Mais, malgré toutes ces facilités, les questions de synchronismes sont

1. Une Echelle des Nummulites ou tableau de la distribution stratigraphique des espèces de Nummulites par le Dr Ph. de la Harpe (*Verh. de la Soc. helv. des Sciences nat.*; session de Saint-Gall, 1879).— Note sur la distribution par couples des Nummulites éocènes (*Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, XVII, 1881, p. 429).

encore bien loin d'être résolues, surtout à cause des différences de faciès que les couches présentent et il est nécessaire, avant toute autre étude, d'essayer de coordonner l'ensemble des travaux faits jusqu'à ce jour, de manière à pouvoir se rendre compte de l'état actuel de nos connaissances et de préciser les bases qui pourront être prises comme point de départ des travaux ultérieurs. C'est cet examen préliminaire qui est l'objet de la présente note.

Le bassin de l'Aquitaine est divisé dans son ensemble en une série de bassins secondaires ou de golfes, par une succession de rides plus ou moins parallèles à la chaîne des Pyrénées et constituées par les terrains secondaires. On peut ainsi distinguer :

I. Au nord, un premier golfe, le plus important de tous, qui s'étend depuis les terrains crétacés formant la bordure du Plateau Central, jusqu'à la ride de Saint-Sever, prolongement probable des Petites Pyrénées de l'Ariège et de la Haute-Garonne. Le fond de ce golfe s'étend au sud-est, jusqu'au col de Naurouze, qu'il a même franchi pour pénétrer dans l'Hérault jusqu'aux environs de Saint-Chinian. Ce golfe est peut-être en réalité subdivisé par la ride secondaire de Roquefort (Landes).

II. Un second golfe beaucoup plus étroit, entre Saint-Sever et Dax, comprend la Chalosse de Montfort, les environs d'Orthez et se prolonge probablement jusqu'à Pau et Gan (Bos d'Arros).

III. Enfin le golfe du sud, entre Dax et Biarritz, comprenant les gisements de la Chalosse de Pouillon, et ceux des environs de Peyrehorade. Nous allons passer successivement en revue les travaux dont ces divers bassins ont été l'objet.

I. Golfe septentrional

Sur la plus grande partie de son étendue, le terrain nummulitique est recouvert par des terrains plus récents, il est ainsi morcelé en une série de lambeaux discontinus, dont les plus importants sont ceux des environs de Bordeaux et ceux qui constituent le fond même du golfe, sur les pentes de la Montagne Noire et des Corbières.

1° Bassin de Bordeaux

Le bassin de Bordeaux est aujourd'hui très bien connu, au moins quant à ses affleurements, grâce aux travaux d'un grand nombre de géologues, parmi lesquels il suffira de citer MM. Vas-

seur, Linder, Benoist et Fallot ; on peut prendre, comme indiquant d'une manière très nette le résumé de nos connaissances sur cette région, la notice de la feuille de Lesparre par M. Linder (1897) ; la multiplicité des assises qu'il a été possible de distinguer dans ces dépôts littoraux a grandement facilité la fixation de leur parallélisme avec les assises du bassin de Paris, mais au point de vue plus étroit de cette note, c'est-à-dire au point de vue de l'étude des Nummulites, les renseignements que nous donnent les affleurements du terrain tertiaire dans le Bordelais sont des plus insuffisants ; on ne connaissait jusqu'à présent que la présence de la *N. planulata* dans le conglomérat de base de Saint-Palais. Nous avons un peu augmenté ces indications en signalant un niveau plus inférieur à *N. elegans* et un niveau plus élevé, malheureusement très pauvre (*N. Ramondi*, auct.) [1].

Mais les sondages assez nombreux qui ont été exécutés aux environs de Bordeaux ont montré que cette pauvreté en Nummulites n'existait qu'aux affleurements et que ces fossiles étaient au contraire très abondants dans les couches profondes. Ainsi, en 1873, M. Linder a communiqué à la Société Linnéenne de Bordeaux [2] les résultats de divers sondages effectués dans la région de Bordeaux : on a toujours trouvé, au-dessous des calcaires marins de Blaye, des alternances de calcaires compacts et de calcaires grossiers, caractérisés par la présence de nombreux grains de quartz anguleux et renfermant l'*Orbitolites complanata* et des Nummulites, qui ont été rapprochées tout d'abord des *N. planulata* et *N. lævigata*. Ces couches ont été rencontrées dans le sondage de Montrose (commune de Saint-Estèphe) à une profondeur de 53 m. 05 et sur 66 m. 40 d'épaisseur; elles reposent ici sur des sables argileux sans fossiles. Au château de la Bégorce (Margaux), elles sont signalées à 25 m. de profondeur. Au château de Mauvezin, à la limite des communes de Moulis et de Castelnau-Médoc, M. Linder indique également l'*Orbitolites complanata*, l'*Orbitoides Fortisi* et des Nummulites, surtout abondantes au-dessous de 107 m. 50, *Nummulites biarritzensis (?), lucasana, perforata, scabra, Assilina (?) mamillata, Ass. spira, Ass. granulosa*, associées à cette profondeur avec *Orbitoides submedia*. Au Vigean (commune de Bruges), on a rencontré à 67 m. 40 de profondeur et sur 89 m. 80 d'épaisseur, des alternances de marnes et de sables quartzeux plus ou moins grossiers et de calcaires plus ou moins quartzifères ren-

1. *B. S. G. F.*, (4), I, pp. 627-636, 16 déc. 1901.

2. Observations sur les dépôts tertiaires du Médoc et du Blayais, extrait des *C.-R. des séances de la Soc. linn. de Bordeaux* des 6 et 23 août 1873.

fermant de nombreux fossiles, et en particulier *Nummulites lævigata* associée avec *Orbitolites complanata*, *Orbitoides Fortisi*, *O. stellata*, *O. submedia*. Dans le sondage de Bruges, on a également rencontré des marnes sableuses à *N. perforata* et *N. lucasana*. Enfin au château Vigneau la coupe obtenue est des plus complètes :

Terrain quaternaire	4 m. 00
Calcaire à Astéries	79 m. 60
Calcaire d'eau douce de Castillon	2 m. 20
Mollasse du Fronsadais et calcaire de Saint-Estèphe avec *Numm. intermedia*	1 m. 42
Formation d'eau douce de Blaye (?)	5 m. 58
Formation marine de Blaye avec *N. lævigata*, *Assilina granulosa*, *Orbitoides submedia*, etc.	47 m. 80
Graviers, argile à lignites et banc de silex roulés.	9 m. 80
Calcaire tantôt compact, tantôt crayeux avec lits d'argile, pyrite et bois fossiles, *Nummulites* et *Orbitoides (?)*	23 m. 70
Terrain crétacé à *Orbitoides media*.	

Ces études ont été reprises quelques années plus tard par M. Benoist, qui en 1887 signale dans les couches du sondage de château Mauvezin les *N. lucasana* et *N. perforata* et seulement deux formes d'Assilines, *Ass. granulosa* et *Leymeriei*, avec *Orbitoides Fortisi*. Le même auteur [1] donne un peu plus tard une liste un peu différente des mêmes Foraminifères et indique les principaux résultats obtenus dans le forage du Parc bordelais, à Bordeaux même. Une coupe du même sondage est figurée dans une communication à la Société Linnéenne de Bordeaux dans la séance du 18 avril 1888 ; l'auteur signale un niveau supérieur à *N. intermedia* et *Ampullina crassatina*, un niveau moyen à *N. variolaria*, correspondant aux marnes de Plassac à *Ostrea cucullaris*, et un niveau inférieur avec *N. biarritzensis* et *Guettardi*, *scabra* et *Lamarcki*, *perforata* et *lucasana*, deux espèces nouvelles, *aquitanica* et *girondica*, et en outre deux espèces d'Assilines, *Ass. granulosa* et *Leymeriei*. L'année suivante, en 1889, M. Benoist présentait à la Société de Borda, une Etude sur les Nummulites et les Assilines du Sud-Ouest de la France, dans laquelle il décrit et figure les deux formes nouvelles que nous venons de citer sous le nom de : 1°, *Nummulites lævigata* (Brug.) in d'Arch. var. *aquitanica* Benoist (il indique en synonymie *N. planulata* Rouault, Linder, *N. plana-*

1. Benoist. Esquisse géologique des terrains tertiaires du Sud-Ouest de la France. *Journal d'Hist. nat. de Bordeaux et du Sud-Ouest*, 1888.

lata, var. *incrassata* la Harpe, *N. lævigata* Ben., *N. aquitanica* Ben.) et de : 2°, *Nummulites Lamarcki* d'Arch., var. *girondica* Ben. Il ajoute qu'il a reconnu également la première de ces formes à Cahurt (commune de Sainte-Marie-de-Gosse), sur la rive droite de l'Adour et à Fabas (Haute-Garonne); en outre, d'après les citations des auteurs, elle doit, dit-il, exister à Bos d'Arros.

Nous avons entre les mains une série très complète des Nummulites trouvées dans le sondage du Parc bordelais entre 316 et 505 mètres, qui nous avait été communiquée par M. Benoist. Leur étude approfondie demanderait beaucoup de temps, mais dès maintenant nous pouvons confirmer le plus grand nombre des déterminations de M. Benoist. Dans les couches supérieures, de 316 jusqu'à 402 mètres, les Assilines rencontrées doivent être vraisemblablement rapportées à l'*Ass. planospira (exponens* auct.), encore associée aux *N. aquitanica* et *girondica*. Les formes un peu renflées rapprochées de *N. perforata* paraissent quelquefois avoir des filets subréticulés et on peut se demander si elles ne représentent pas simplement une variété des espèces précédentes. Immédiatement au dessous, les Assilines présentent des caractères un peu ambigus, mais à partir de 428 mètres on ne trouve plus que les *Assilina granulosa* et *Leymeriei*. Nous avons également reconnu de nombreux fragments d'*Orbitoides* à partir de 400 mètres, mais tous se rapportent aux formes épaisses, c'est-à-dire à l'*O. submedia*. Nous n'avons rencontré aucun débris de l'*O. Fortisi*.

Rappelons que de la Harpe a signalé l'*Assilina granulosa* dans le sondage de Cussac; M. Benoist nous a communiqué cette même espèce trouvée dans le même sondage, à 217 mètres de profondeur et associée également à l'*O. submedia*.

En résumé, il paraît très probable qu'on peut distinguer dans les couches à Nummulites des sondages, comme l'a l'indiqué M. Benoist [1], un niveau supérieur à *Assilina planospira* (sous le nom d'*exponens*) et un niveau inférieur à *A. granulosa*.

Ajoutons que les couches encore plus inférieures à *N. elegans-planulata* nous sont signalées (renseignement manuscrit) par M. Benoist comme ayant été rencontrées dans un sondage de la maison Billiot à Barbotan (Gers), près de Condom; elles s'avancent donc assez loin dans le golfe septentrional et rien n'indique même qu'elles ne se prolongent pas beaucoup plus loin encore. Il est

1. Extr. des *Procès-verbaux de la Société Linnéenne de Bordeaux*, séance du 16 mai 1888.

encore assez difficile de préciser quelles sont les couches qui établissent la jonction avec les couches de l'Aude ; celles-ci correspondent probablement à la première apparition de l'*Assilina Leymeriei*.

2° Corbières et Montagne Noire

M. Vasseur a indiqué il y a quelques années [1] la position des couches à Nummulites de cette région et a fait voir qu'il fallait les considérer comme représentant le Lutétien inférieur ; c'est dans le département de l'Aude que Leymerie a établi les deux espèces de Nummulites caractéristiques de ce niveau, *N. atacica* et *N. globulus*. De la Harpe a examiné [2] un certain nombre de Nummulites communiquées par M. Leenhardt et a reconnu les deux espèces précédentes sous les noms de *N. biarritzensis* d'Arch., forme lenticulaire et forme déprimée (en y comprenant comme forme jeune *N. Ramondi*) et *N. Guettardi* d'Arch. Il signale en outre *N. variolaria* et *N. Orbignyi-wemmelensis*, ces petites formes ayant été autrefois confondues sous le nom de *N. planulata* ou plutôt *elegans*. M. Benoist [3] dit qu'il possède la *N. aquitanica* de Fabas (Haute-Garonne). Enfin de la Harpe signale également l'*Assilina Leymeriei;* mais il serait intéressant de s'assurer s'il n'existe que la forme A comme semblerait l'indiquer cette citation.

II. Chalosse de Montfort

Cette région s'étend au sud-ouest de Saint-Sever entre Bastennes et Dax, et paraît se prolonger vers le sud-est par les gisements des environs d'Orthez (Puyoo, Baigts) jusqu'aux couches de Gan et de Bos d'Arros ; elle présente un intérêt particulier parce qu'elle a fourni un grand nombre des types de Nummulites décrits par les anciens auteurs français. Sa constitution stratigraphique a été étudiée par différents géologues, nous signalerons principalement deux notes, l'une de M. Hébert [4] et la seconde de MM. Jacquot et Munier-Chalmas [5], la statistique géologique et agronomique du

1. *Bull. Serv. carte géologique*, n° 37 (1893-94). Relations du terrain nummulitique de la Montagne Noire avec les formations lacustres du Castrais.

2. *Mém. Soc. pal. Suisse*, t. VII, 1881.

3. *Bull. Sc. de la Soc. de Borda*, 1889, p. 15.

4. Sur le groupe nummulitique du Midi de la France, *B. S. G. F.*, [3], X, p. 364. 1er mai 1882.

5. Sur l'existence de l'Eocène inférieur dans la Chalosse et sur la position des couches de Bos d'Arros. *C. R. Ac. Sc.*, 31 mai 1886.

département des Landes, par M. Jacquot, 1888 (p. 352) et la troisième partie du même ouvrage par M. Raulin (1897).

A la partie tout à fait inférieure, MM. Jacquot et Munier-Chalmas signalent d'abord des calcaires sableux glauconieux à *N. planulata*, *Alveolina oblonga*, *Oriolampas Michelini*, puis des grès siliceux plus ou moins grossiers, recouverts par des calcaires blancs à *N. planulata* (très rare), et *N. Murchisoni*.

Ces couches représentent l'Eocène inférieur et sont surmontées par l'Eocène moyen comprenant un calcaire à *Orbitoides submedia* (*Pratti*), les marnes à *Xanthopsis Dufouri* (marnes à Térébratules de Delbos) avec *Conoclypeus* et *Numm. millecaput (complanata)* et les calcaires à *Numm. aturica*. C'est cet horizon qui a fourni à Boubée en 1833 [1] les types de ses espèces : *N. millecaput*, *N. lenticularis*, *N. crassa*, *N.* (*Assilina*) *planospira*, toutes formes provenant de Bastennes. La *N. millecaput* de la même localité a été figurée par Joly et Leymerie [2]; ces auteurs figurent en outre *N. obtusa*, encore des mêmes couches, et *N. aturica*, provenant de la Fontaine de la Médaille dans la commune de Gibret. C'est la première fois que sont indiqués avec une netteté suffisante les caractères de cette espèce qu'on s'est habitué avec d'Archiac à désigner sous le nom erroné de *perforata;* la variété figurée par Joly et Leymerie a ses bords relativement minces, tandis que les formes plus renflées correspondent peut-être à *N. crassa?* Boubée, et bien certainement à *N. obtusa* Joly et Leym. ; dans cette dernière forme les auteurs indiquent l'existence des granulations caractéristiques.

Enfin l'Eocène supérieur comprend les marnes à *Serpula spirulea* de Préchacq avec *Orbitoides sella*.

Nous avons eu des environs de Montfort une bonne série des *Assilina planospira* et *mamillata* qui nous ont été communiquées par un de nos confrères, M. Joly d'Angoulême; l'une de ces Assilines supporte un échantillon très nettement caractérisé de l'*Orbitoides radians*, forme qui se trouve à Biarritz dans les couches supérieures de la côte des Basques et qui paraît caractériser très nettement dans toute cette région l'Eocène supérieur, avec les *Orbitoides Fortisi* et *sella*. Les couches à Nummulites et Assilines

1. Bulletin d'hist. nat. de la France, pour servir à la statistique et à la géographie naturelle de cette contrée, publié par M. Nérée Boubée, professeur à Paris, 5e section, Paléontologie, nouveaux gisements, sans date. Postérieurement l'auteur a indiqué (*B. S. G. F.*, [2], IV, p. 1011) la date de 1833.

2. Mémoire sur les Nummulites, *Mémoires de l'Ac. des Sciences de Toulouse*, 1848.

des environs de Montfort empiéteraient donc un peu sur la base de l'étage supérieur.

Ajoutons que ces couches de l'Eocène supérieur sont recouvertes par les couches oligocènes de Lourquen, de Lahosse, du Tuc de Saumon, du Moulin de la Pelette et de Préchacq avec *Num. intermedia* et *Fichteli*, *Cardita Bazini*, *Natica crassatina*, *Euspatangus ornatus*.

Les assises moyennes à *N. aturica* et *Assilina planospira* se retrouvent dans les environs d'Orthez et à Puyoo. Mais au sud de Pau, à Gan et Bos d'Arros, la faune paraît notablement différente : les grandes Nummulites ont été rapprochées des formes inférieures de la Chalosse de Monfort (*N.* aff. *Murchisoni*, *N.* aff. *irregularis*), les Assilines si communes dans ce gisement sont les *Ass. granulosa* et *Leymeriei*, les Orbitoïdes ne présentent jamais les grandes formes minces (*Fortisi*, *papyracea*, *sella*), et sont toujours représentées par les formes épaisses du groupe de l'*O. submedia* ; la petite variété de l'*O. Fortisi*, citée par Rouault, paraît être une espèce bien distincte ; nous y connaissons également une Orbitoïde rayonnée qui ressemble beaucoup à l'*O. stellaris* Rütimeyer, mais qui est bien différente des Orbitoïdes de Biarritz, aussi bien d'*O. radians* que de *O. stellata*. Tout paraît donc indiquer que ce niveau correspond au niveau inférieur des sondages du Bordelais, également caractérisé par les *Ass. granulosa* et *Leymeriei*.

III. Golfe méridional

Environs de Peyrehorade

Les renseignements les plus précis sont ceux qui nous sont fournis par le dernier ouvrage de M. Raulin [1] ; nous avons eu en outre de bonnes séries de Nummulites de Peyrehorade, Sordes, Sainte-Marie de Gosse, communiquées par MM. de Morgan, Benoist et Joly.

Le niveau que l'on rencontre le plus souvent renferme la faune de Bastennes et de la Fontaine de la Médaille avec *N. millecaput* (ou *complanata*), *N. aturica* (type et var. *obtusa*) et *lucasana*, *atacica* (ou *biarritzensis*), *Assilina planospira*.

Cette faune empiète plus ou moins à la partie supérieure sur un système de couches caractérisé, comme à Biarritz, par l'*Orbi-*

1 Statistique géologique et agronomique du département des Landes, troisième partie, par V. Raulin. Verdun, 1897.

toides radians et le *Pentacrinus didactylus* : c'est l'Eocène supérieur qui est signalé dans le haut du vallon de Lesperon, à Benesse, à Cagnotte et à la Croix de Pourtou.

Sur tous ces points, ces couches de l'Eocène supérieur sont surmontées directement par le système des couches de Gaas avec *Nummulites intermedia* et *Fichteli*, *N. vasca* et *Boucheri*, *Natica crassatina* et *Deshayesia neritoides*, etc.

D'après M. Benoist [1] les assises que nous venons de citer sont, comme dans la Chalosse de Montfort, supérieures aux marnes à Térébratules de Delbos. Mais il existerait d'autres niveaux à Nummulites inférieurs à ces marnes, celui de Bos d'Arros, dont nous avons parlé plus haut, et, immédiatement à l'ouest de Peyrehorade, celui des carrières de Cahurt (commune de Sainte-Marie de Gosse), sur la rive droite de l'Adour. Dans cette dernière localité M. Benoist a retrouvé la *N. aquitanica* des sondages du Bordelais avec la *N. atacica* et *N. perforata*, et les formes A correspondantes, *girondica*, *globulus (Guettardi)* et *lucasana ;* elles sont accompagnées des *Ass. granulosa* et *Leymeriei;* c'est une faune très intéressante et qui n'a pas dit encore son dernier mot. Nous ajouterons l'*Orb. submedia* et une grande forme à rayons qui ressemble à l'*O. stellata* de Biarritz ; nous reviendrons sur cette dernière forme et sur son niveau exact [2].

Falaises de Biarritz

C'est le point le plus intéressant et la coupe en a déjà été bien souvent décrite. Parmi les travaux anciens, nous nous bornerons à citer ceux de Delbos [3], Kœchlin-Schlumberger [4], Pellat [5], Jacquot [6]

1. Etudes sur les Nummulites et les Assilines du Sud-Ouest de la France. Extr du *Bulletin de la Société scientifique de Borda*. Volume 1889.

2. Une nouvelle localité, située entre Cahurt et Bayonne, Saint-Barthélemy, a été fouillée par un de nos confrères, l'abbé Boone, qui nous a communiqué plus d'un millier de Nummulites, recueillies principalement dans la tranchée de la route, 1500 mètres au nord de l'église : la faune est ici très simple et nettement caractérisee : *Orbitoides submedia*. *Assilina granulosa*, *A. Leymeriei* (très rare), *Nummulites* aff. *Murchisoni*, et une dernière espèce qui est bien certainement la *N. lævigata* (*aquitanica*) de M. Benoist. Cette forme est très variable, souvent lisse dans l'adulte, elle est toujours granulée dans le jeune âge, exactement comme la *N. lævigata* et sa var. *scabra* du bassin de Paris ; ces variétés granulées ont ordinairement été confondues avec la *N. alarica* (*perforata*, auct). (*Note ajoutée pendant l'impression*).

3. Essai d'une description géologique du bassin de l'Adour, 1885.

4. Notice sur la falaise entre Biarritz et Bidart. *B. S. G. F.*, [2], XII, p. 1235.

5. Note sur les falaises de Biarritz. *B. S. G. F.*, [2], XX, p. 670, 22 juin 1863.

6. Description géologique des falaises de Biarritz. *Soc. linn. de Bordeaux*, t. XXV, 1864.

et de Bouillé [1] ; de la Harpe [2] a ensuite publié quatre notes successives sur les Nummulites de la zone supérieure des falaises de Biarritz, de la zone moyenne et de la zone inférieure ; la quatrième note, intitulée « Additions et conclusions », est accompagnée d'une vue générale des falaises par le comte R. de Bouillé. Plus récemment M. Carez a encore publié une nouvelle coupe [3] dans laquelle il insiste plus particulièrement sur les couches qui affleurent dans le voisinage immédiat de l'ophite.

De la note de M. Kœchlin-Schlumberger nous retiendrons que les Nummulites si abondantes dans les couches supérieures à *Euspatangus* sont désignées comme *N. biarritzensis* d'Arch. ; c'est bien là en effet la définition primitive de cette espèce ; cette désignation se retrouve du reste dans la coupe de Delbos, et avec la même signification. Dans la note de M. Pellat, les renseignements paléontologiques sont très précis, il est seulement à regretter qu'ils ne soient pas plus abondants : nous y voyons ainsi qu'à la côte des Basques, il existe, vers le commencement de la falaise (côté nord), un banc où abondent les *Orbitoides Fortisi* et *O. radians*, ce sont bien ces formes et ces formes seulement que nous avons rencontrées dans les échantillons recueillis dans cette partie de la falaise, tandis que c'est plus loin au rocher dit à tort « du Goulet » (la Gourèpe d'après de Bouillé) que se trouve le gisement de l'*Orbitoides stellata*, comme l'indique du reste d'Archiac. Quant à la faune trouvée par M. Pellat vers le milieu de la falaise et dont il indique les analogies avec celle de Bos d'Arros, il serait peut-être plus naturel de la rapprocher de celle qui est signalée à la Croix de Pourtau, au-dessus de Peyrehorade et qui paraît occuper exactement le même niveau stratigraphique, caractérisé par l'*Orbitoides radians*.

Pour résumer nos connaissances actuelles sur la falaise de Biarritz, et en se plaçant particulièrement au point de vue des Nummulites, il faut avoir recours à la description très détaillée qui a été donnée par le comte de Bouillé, en y ajoutant les indications précises données par d'Archiac, M. Pellat, de la Harpe, etc.

1. Paléontologie de Biarritz et de quelques autres localités des Basses-Pyrénées, par le comte R. DE BOUILLÉ, 1873. — Deuxième édition revue et augmentée, dans *Soc. des sciences, lettres et arts de Pau*, année 1875-1876, parue en 1876.

2. *Bull. de la Soc. de Borda*, 1879, p. 59. — *Ibid.*, p. 137. — *Ibid.*, 1880, p. 65. — *Ibid.*, 1881, p. 27.

3. Coupe des falaises de Biarritz et Bidart, avec une vue de la falaise coloriée géologiquement, et un plan de la plage entre Chabiague et Mouligna. *B. S. G. F.*, [3], XXIV, 1er juin 1896.

Le niveau supérieur, avec les *Nummulites intermedia* et *Fichteli*, *vasca* et *Boucheri*, *Bouillei* et *Tournoueri*, comprend les gisements suivants : Chambre d'Amour, carrières de Barbot, phare de Haïtzar, Lou Cout, Bains de la villa Eugénie, fontaine au-dessous de la villa Eugénie, Basta, Port des pêcheurs, promontoire de la Talaye, Roche de l'Ermite, Roche percée, Lou Cucurlou (rochers de la Vierge); on y rencontre vers la partie supérieure la *Pholadomya Puschi*, le *Pecten arcuatus* et à peu près partout l'*Euspatangus ornatus*, associé à la *Scutella subtetragona*, au *Clypeaster biarritzensis* et à des *Ranina*.

A Lou Cachaou et à Trespots on signale encore les *Nummulites Bouillei* et *Tournoueri*, *vasca* et *Boucheri (?)*, ainsi que l'*Euspatangus ornatus* et la *Scutella subtetragona*; mais on voit déjà apparaître la *Serpula spirulea* et les Orbitoïdes papyracés, *Orbitoïdes Fortisi*, *O. sella* et peut-être *O. radians*.

Immédiatement au-dessous on trouve les marnes bleues fossilifères qui constituent la plus grande partie de la côte des Basques; dans les environs de l'abattoir affleurent les marnes à *Pentacrinus didactylus* avec *Bourgueticrinus Thorenti*, *Serpula spirulea*, *Terebratulina tenuistriata*, *T. Delbosi*; à 400 mètres environ de la villa Lady Bruce, le chemin qui suit les découpures de la côte entaille des couches cendreuses avec une faune très riche dans laquelle on signale de nombreuses *Orbitoides (O. radians*, *O. Fortisi*, *O. sella)*, avec *Nummulites contorta*, *N. striata*, *N. lucasana*, *N. variolaria*, *Pentacrinus didactylus*, *Serpula spirulea*, et de nombreux Gastropodes et Lamellibranches; c'est probablement le niveau fossilifère signalé par M. Pellat, et qui représente bien certainement l'Eocène supérieur.

La zone inférieure est représentée par les couches du ruisseau de Chabiague et les roches de la Gourèpe (roche du Goulet des anciens auteurs), dans lesquelles apparaissent les grandes Nummulites : *N. Dufrenoyi* (var. de la *complanata*), *N. Brongniarti*, *N. aturica* (*perforata*) et *atacica* (*biarritzensis*) avec les formes A beaucoup plus nombreuses, *lucasana*, *Rouaulti*, *Tchihatcheffi*, *etc.* Ajoutons l'*Orbitoides stellata*, dont c'est ici le gisement originaire. Un peu plus loin, au Mouligna, M. Jacquot a cité plusieurs espèces de Crabes, parmi lesquelles *Harpactocarcinus Jacquoti*.

Dès l'instant où le niveau moyen à *Orbitoides Fortisi* et *radians* et à *Nummulites contorta* doit être attribué à l'Eocène supérieur ou Priabonien, les couches supérieures à Scutelles et *Echinospatangus* représentent l'Oligocène et il ne faut pas oublier que leur épaisseur est considérable; quant aux couches de la base, elles

doivent être considérées comme appartenant au Bartonien et probablement aussi au Lutétien supérieur. Une étude stratigraphique plus détaillée et plus précise serait nécessaire pour décider si les couches à *Orbitoides stellata* de la Gourèpe et de Cahurt ne représentent pas un niveau encore plus inférieur.

Résumé et conclusions

Nous voici arrivés à la fin de cette étude comparative un peu longue, dans laquelle nous avons passé en revue les diverses formations nummulitiques du bassin de l'Aquitaine; c'est, il ne faut pas l'oublier, une simple approximation pouvant servir seulement de point de départ à des études à la fois plus précises et plus détaillées; mais dès maintenant certains points méritent d'appeler l'attention :

1° Les couches les plus inférieures à *N. planulata*, *elegans*, ne sont connues qu'en trois points, dans les environs de Royan, dans la Chalosse de Montfort et dans le sondage de Barbotan (Gers), d'après une indication manuscrite de M. Benoist.

2° Les couches à *N. aquitanica* et *girondica* des sondages du Bordelais paraissent représenter tout ou partie des couches à grandes Nummulites du bassin de l'Adour; il paraît possible de distinguer dans cet ensemble un niveau inférieur caractérisé par les *Assilina granulosa* et *Leymeriei* et un niveau supérieur avec *Ass. planospira* et *mamillata*. Plus haut et sans limites bien tranchées avec ce dernier niveau on distingue un horizon particulièrement riche en Orbitoïdes papyracés *(O. Fortisi* et *O. radians)*, renfermant en outre les *Nummulites contorta* et *striata* et le *Pentacrinus didactylus;* il représente l'Eocène supérieur et ses caractères sont assez nets pour qu'on puisse le reconnaître à peu près partout, aussi bien à Biarritz qu'aux environs de Peyrehorade et de Dax et dans la Chalosse de Montfort.

3° Partout les assises de l'Eocène supérieur paraissent directement et régulièrement recouvertes par des couches de nature variée mais toujours caractérisées par les mêmes espèces de Nummulites *(N. intermedia* et *Fichteli*, *N. vasca* et *Boucheri*, *N. Bouillei et Tournoueri)*, couches à *Euspatangus* et *Clypeaster* de Biarritz, couches de Gaas à *Natica crassatina*, calcaire à Astéries et à *Euspatangus* de la Chalosse, calcaire à Astéries du Bordelais. Il devient donc extrêmement probable que ces couches sont contemporaines et que les différences qu'elles présentent ne sont que des différences de faciès, les couches de Biarritz représentant des dépôts plus profonds que ceux de Gaas. Les dépôts qui se forment actuellement dans nos mers présentent des différences de faunes

tout aussi grandes ; on ne rencontrerait certainement pas dans les dépôts actuels de la zone des Brachiopodes, les Mollusques qui vivent dans la zone littorale, ni l'*Ostrea edulis*, ni le *Cardium echinatum*, ni la *Natica catena ;* pourquoi nous étonnerions-nous alors de ne rencontrer, dans les falaises du phare de Biarritz ou de la Chambre d'Amour, ni la *Natica crassatina*, ni la *Deshayesia neritoides ?* En revanche nous y trouvons les grandes Huîtres du groupe de l'*O. cochlear*, telles que l'*O. Brongniarti*, l'*O. gigantea*, caractéristique de la partie la plus profonde de la zone continentale.

Nous pensons donc qu'il faut revenir à l'opinion qui avait été émise autrefois par Tournouër et qui a été reprise plus récemment par M. Benoist : les couches supérieures de Biarritz appartiennent à l'Oligocène et sont synchroniques des couches de Gaas et du calcaire à Astéries. En outre, cet ensemble se relie directement et sans discordance à l'Eocène supérieur.

Il existe cependant une discordance certaine dans le bassin de l'Aquitaine, qui montre que des mouvements d'une certaine importance se sont produits antérieurement au dépôt des faluns. Aux environs de Peyrehorade, à Peyrère, les couches aquitaniennes à *Lepidocyclina* reposent directement sur des couches à *Harpactocarcinus*, appartenant au plus à l'Eocène supérieur. Un peu plus à l'ouest, ces mêmes couches aquitaniennes à *Lep. Mantelli* renferment, à Saint-Geours-en-Maremme, un certain nombre de fossiles, *Pholadomya Puschi*, *Pecten arcuatus*, *Echinolampas Blainvillei*, *Operculina*, qui existent déjà soit dans les couches supérieures de Biarritz, soit dans le calcaire à Astéries [1]. Des couches à peine plus récentes que celles de Saint-Geours et de Peyrère se montrent à la base du Burdigalien. La coupure, au moins au point de vue stratigraphique, existe donc entre les couches de Gaas et les couches aquitaniennes à *Lepidocyclina Mantelli*.

Si cette discordance paraît bien nette dans la région sud du bassin, c'est-à-dire dans le voisinage immédiat de la chaîne pyrénéenne, où la pente du rivage devait être rapide, il n'est pas de même sur le rivage nord, de pente beaucoup plus douce, et le mouvement dont nous venons de parler ne se distingue plus guère, au milieu des nombreuses oscillations qui ont amené des alternances répétées de formations d'eau douce et de dépôts marins.

Des mouvements du sol analogues s'observent dans différentes

1. Tournouër regarde ce gisement de Saint-Geours comme appartenant à un horizon voisin de celui du phare de Biarritz (DE BOUILLÉ, Pal. de Biarritz, seconde édition. *Soc. sc. lettres et arts de Pau*, 1875-76, p. 37).

régions du pourtour de la Méditerranée ou de la zone alpine; ainsi en Tunisie M. le commandant Flick a signalé au sommet de l'Éocène des couches à Scutelles, Clypéastres, *Phol. Puschi* et petites Nummulites, tout à fait comparables aux couches supérieures de Biarritz; ces couches sont elles-mêmes stratigraphiquement séparées du Miocène proprement dit.

Dans la région alpine, la mollasse miocène est certainement transgressive par rapport au terrain nummulitique et, dans beaucoup de points, dans la région du lac de Thun par exemple, les couches à *Natica crassatina* se relient incontestablement au Nummulitique, tandis que la mollasse présente ordinairement à sa base des couches aquitaniennes. Il est donc probable que dans cette région un mouvement a dû également se produire entre le Tongrien et l'Aquitanien. Mais, comme dans le bassin de l'Aquitaine, ce mouvement doit être surtout marqué dans le voisinage de la Haute-Chaîne.

Echelle des Nummulites

Revenons maintenant à notre point de départ et examinons jusqu'à quel point l'échelle des Nummulites proposée par de Hantken et de la Harpe concorde avec la succession des Nummulites dans le bassin de l'Aquitaine. Un premier point nous frappera, c'est que, au-dessous du niveau caractérisé par les trois couples de Nummulites oligocènes, il existe habituellement un niveau à Nummulites de grosseur moyenne *(N. contorta)*, dans lequel il est très rare ou même douteux que pénètrent les grandes Nummulites; il paraît donc y avoir inversion entre les zones 5 et 6 proposées par de la Harpe, et en tout cas le niveau de Bastennes à *N. millecaput*, ou *complanata*, n'est pas supérieur aux couches de Biarritz à *N. contorta*, comme l'indique cet auteur. Les Assilines, au lieu de former un seul niveau, le quatrième, se rencontrent à la fois dans le quatrième *(Ass. planospira)* et dans le troisième *(Ass. granulosa)*. Enfin, à l'autre extrémité de l'échelle, les deux dernières zones à Nummulites reticulées (7e) et striées (8e) ne paraissent pas pouvoir être séparées; dans certains cas il peut devenir difficile de séparer les formes A de ce groupe récent, des formes A *(striata)* du sixième niveau, c'est même là certainement une erreur qui a été commise plus d'une fois, et pour l'éviter il est prudent de s'attacher surtout à l'examen des formes B.

Avec les modifications que nous venons d'indiquer il est assez facile de rapprocher les zones de Nummulites, réduites à sept, de la nomenclature des terrains sédimentaires telle qu'elle a été proposée par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent; d'autant

M.-Ch. et de Lapp.	Echelle des Nummulites		Vicentin (Munier-Chalmas)	Bordelais (Vasseur, Linder, Benoist)	Montagne Noire (Vasseur)	Chalosse (Munier-Chalmas, Jacquot, Raulin).	Peyrehorade (Benoist, Raulin)	Biarritz (Bouillé, la Harpe)
Aquit.		(*Lepidocyclina*)	Isola di Malo				Couches de Saint-Geours et Peyrère = (Discordance) =	
Stamp. Sannois.	7	*intermedia. vasca. Bouillei.*	Castel-Gomberto. Montecchio Maggiore. Salcedo.	C. à Astéries à *N. intermedia*, *N vasca*, *Archiacina armorica*. Calc. de Castillon		Tuc du Saumon et Min de la Pelette à *N. intermedia* et *Eusp. ornatus*.	Couches de Gaas à *N. intermedia* et *N. vasca*.	Couches sup. à *Phol. Puschi*, *Eusp. ornatus*, *N. intermedia*, *vasca* et *Bouillei*.
Priab.	6	*contorta.*	Brendola. Priabona.	Calc. de Saint-Estèphe.		Argiles sup. à *Orb. sella*, *Fortisi*, *Serp. spirulea*.	Couches à *N. complanata*, *Orb. sella*, *Fortisi*, *radians*, *Pent. didactylus*, *S. spirulea*.	Couches moyennes à *N. contorta*, *Orb. Fortisi*, *radians*, *Pent. didactylus*, *S. spirulea*.
Bart.	5	*Brongniarti.*	Roncà.	Calc. de Plassac, Argiles à *Ostrea cucullaris*, *N. variolaria*.	Mollasse de Castelnaudary.	Couches moyennes à *N. complanata*, *aturica*, *atacica*, *Ass. planospira*.	Couches à *N. aturica*, *Ass. planospira*, *Serpula spirulea*.	Couches inf. à *N. complanata*. *Brongniarti*, *aturica*, *Orb. stellata*, *S. spirulea*.
Lut. sup.	4	*complanata. aturica. Ass. spira.*	S. Giovanni Ilarione. Croce Grande. Pozza.	Calc. de Blaye.	Grès d'Issel à *Lophiodon*.			
Lut. m. et inf.	3	aff. *Murchisoni* *lævigata*. *Ass. granulosa*.	Mte Bolca.	Couches des sondages à *N. lævigata*, *A. granulosa*, *Orb. submedia*.		Marnes à *Xanthopsis*.—Faune de Bos d'Arros, *A. granulosa*, *N.* aff. *Murchisoni*, *N.* aff. *Pratti*, *O. submedia*	Marnes de Cahurt. à *N. lævigata*, *A. granulosa*, *Orb. submedia*.	
	2	*atacica.*	Mte Postale.	Calc. de St-Palais	Couches à *N. atacica*, *Ass. Leymeriei*.	Calc. à *N.* aff. *Murchisoni*.		
Yprés.	1	*planulata*		Sables fins à *N. elegans*.		Sables et grès à *N. planulata*.		

plus que nous trouverons dans l'excellente description du Vicentin, par le premier de ces auteurs, des points de repère qui rendent les comparaisons beaucoup plus faciles.

Est-ce à dire qu'il sera toujours facile ou même possible de distinguer les sept zones dont nous venons de parler? Nous ne le croyons pas, surtout étant donnée l'imperfection de nos connaissances sur les Nummulites. Mais dès maintenant il nous paraîtrait possible de distinguer pratiquement sur une carte géologique à grande échelle cinq étages successifs dans les terrains nummulitiques du bassin de l'Adour et en nous appuyant principalement sur les Nummulites et sur les Orbitoïdes.

Le tableau ci-joint reproduit, avec l'échelle des Nummulites ainsi modifiée, les divers rapprochements que nous avons indiqués.

M. G. **Dollfus** considère comme très importantes les vues nouvelles présentées par M. Douvillé; cependant il ne peut admettre le parallélisme des couches de Biarritz à *N. vasca* et *N. intermedia* de la Chambre d'Amour ou de celles à *N. Boucheri*, *N. Tournoueri* et *Eupatagus ornatus* du Vieux-port avec les couches de Gaas à *Natica crassatina*. Pour lui Gaas est déjà haut dans la série oligocène (Stampien) et viendrait au-dessus de toutes les assises visibles à Biarritz. Il est tout disposé d'ailleurs à classer les couches à *Serpula spirulea* de la côte des Basques sur l'horizon de Priabona, décrit à nouveau avec un grand talent par M. Oppenheim, et d'en faire la base de l'Oligocène dans le Midi; mais il y a, entre le Ludien (Priabonien) et le Stampien, place pour l'étage sannoisien (Tongrien supérieur), en face duquel on peut placer les couches à *N. vasca*. Il serait utile que la stratigraphie du terrain tertiaire du bassin de l'Adour soit reprise, sur place, avec soin, en prenant pour base les données paléontologiques récentes.

M. **Haug** fait remarquer que la coupure entre l'Eocène supérieur (Priabonien) et l'Oligocène inférieur (Tongrien s. str.), telle qu'elle est aujourd'hui placée par M. Oppenheim, passe au milieu d'une série qui contiendrait du bas en haut les mêmes Nummulites. En effet, le Priabonien du Vicentin renfermerait déjà, d'après M. Oppenheim, *Nummulites vascus*, que M. Douvillé considère comme caractéristique du Tongrien, tandis que *Nummulites striatus*, qui n'est même pas cité par le géologue berlinois dans le Priabonien du Vicentin, occuperait dans cet étage un niveau tout à fait inférieur. Il y a là une difficulté dans l'établissement de l'échelle des Nummulites qui mérite d'être signalée.

Séance du 3 Février 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Sont proclamés membres de la Société :

MM. **Miremont**, Ancien industriel, à Paris, présenté par MM. le Docteur Labat et G. Dollfus ;

Paul Corbin, Directeur de la fabrique électrohydraulique de Chedde (Haute-Savoie), présenté par MM. Haug et Lugeon.

Un nouveau membre est présenté.

M. **Albert Gaudry** présente à la Société géologique la suite de ses études *Sur la similitude des dents de l'Homme et de quelques animaux*. Dans une précédente note, il avait parlé des molaires de la mâchoire supérieure ; aujourd'hui il s'occupe des molaires de la mâchoire inférieure. Les arrière-molaires supérieures ont quatre denticules ; c'est sur le quatrième denticule que portent principalement les changements, à mesure que la face devenant plus droite, les mâchoires se raccourcissent. Les arrière-molaires inférieures ont cinq denticules, et alors les changements, au lieu de se produire sur le quatrième denticule, se produisent sur le cinquième. M. Albert Gaudry donne une série de dessins, habilement exécutés par M. Papoint, qui montrent des mâchoires inférieures gauches toutes dans la même position pour qu'on puisse comparer leurs mutations ; on voit successivement l'*Oreopithecus*, le *Dryopithecus*, le *Pliopithecus*, l'Orang-Outan, le Gorille, le Gibbon, le Chimpanzé, l'Australien, le Nègre, l'Homme blanc (un Français) ; on constate ainsi que le cinquième denticule, d'abord assez développé pour constituer un lobe supplémentaire, s'atténue successivement, change de place, vient se poser entre les deux denticules du second lobe, puis se serre contre eux, s'y intercale, et enfin se confond avec eux. Lorsque cela se produit sur les trois arrière-molaires, les mâchoires sont raccourcies, il n'y a pas de museau, la face est droite : la bouche humaine n'est plus faite seulement pour manger, comme celle des animaux, elle sert à proférer ces belles paroles qui sont l'expression de la pensée.

Nous ne savons pas d'où viennent les Singes anthropomorphes; par leur dentition, ils s'éloignent beaucoup des Singes ordinaires. C'est avec les animaux de l'aurore des temps tertiaires appelés Condylarthrés qu'ils offrent le moins de différences pour la forme des arrière-molaires.

Le travail de M. Albert Gaudry est tiré de la Revue de MM. Marcellin Boule et Verneau, *L'Anthropologie*.

M. J. Bergeron offre à la Société, de la part de M. le docteur **Imbeaux**, le second volume de son ouvrage sur « *L'alimentation en eau et l'assainissement des villes* ». Il est consacré à l'assainissement des villes et, par suite, il présente aux géologues un intérêt moins immédiat que le premier volume qui traitait de l'alimentation en eau des villes et en particulier de la recherche des eaux potables. M. J. Bergeron attire l'attention sur les paragraphes relatifs à l'épandage et à la purification des eaux usées par les procédés bactériologiques; ils renferment beaucoup de renseignements encore inédits. Aux points de vue de la méthode d'exposition et de l'érudition, ce second volume est à la hauteur du premier.

M. **Gosselet** signale à l'attention de la Société divers faits qu'il a observés dans les exploitations de phosphate de chaux durant la dernière campagne.

1° On voit dans certaines carrières que les couches de craie phosphatée sont plissées. Elles sont parfois relevées jusqu'à la verticale et recouvertes en stratification discordante par des couches de craie blanche horizontales. Ces plissements se sont produits pendant la période de la craie à *Belemnites quadratus*, car on trouve ce fossile dans la craie phosphatée redressée et dans la craie blanche horizontale qui la recouvre. On rencontre des exemples de ces plis à Etaves, Hargicourt, Eclusier, Crécy-en-Ponthieu, c'est-à-dire tout le long de la zone de craie phosphatée qui longe au nord le synclinal de la Somme.

2° A Crécy on exploite une couche meuble de craie phosphatée, très riche, qui paraît être le produit du lavage par des courants de craie phosphatée plus ancienne. Elle passe latéralement à de la craie beaucoup plus pauvre, parce qu'elle est mélangée de petits fragments de craie blanche. Ces remaniements de sédiments, empruntés à des couches plus anciennes du bassin sédimentaire, sont fréquents dans la craie. M. Gosselet cite la variété de craie de la feuille de Laon qu'il a appelée craie hétérogène. Elle est

essentiellement formée de débris d'Inocérames, mais elle contient des fragments de craie blanche normale.

3° Aux environs de Crécy-en-Ponthieu et d'Auxy-au-Bois, la base du sable phosphaté est grise. Les phosphatiers la désignent sous le nom de phosphate noir. Cette couleur est due à ce que le sable phosphaté est mélangé de petits fragments d'argile noire. La couche en question, située sous le conglomérat qui est la base ordinaire du sable phosphaté, doit provenir de l'altération de la craie panachée. On désigne sous ce nom de la craie blanche, qui a été traversée en tous sens par de larges perforations. Après la mort de l'animal, ces perforations ont été remplies par de la craie phosphatée. Il en résulte que la roche ressemble souvent à une brèche de craie blanche, dont les fragments sont réunis par de la craie phosphatée. Lors de l'altération par les eaux atmosphériques qui a donné naissance aux poches de sable phosphaté, la craie phosphatée a laissé comme résidus des grains de phosphate, tandis que la craie blanche produisait un peu d'argile noire.

M. H. Douxami présente au sujet de la communication si importante de M. Douvillé *Sur le terrain nummulitique de l'Aquitaine* l'observation suivante :

Dans la région occidentale des Bauges, les couches à *Natica crassatina* signalées depuis longtemps dans le synclinal des Déserts, près Chambéry, reposent en transgression sur les calcaires urgoniens, indiquant un déplacement vers l'ouest du géosynclinal tertiaire. Mais, dans ce synclinal, prolongement méridional de la plaine d'Annecy, il y a continuité parfaite entre les dépôts franchement marins du Tongrien et les dépôts gréseux et marneux laguno-lacustres à *Helix Ramondi*, *Helix rugulosa*, si développés dans la région de Leschaux-Lescheraines et dans la plaine d'Annecy. De même le long du bord extérieur du Genevois et aussi le long des Voirons, il y a pour moi continuité parfaite entre les dépôts supérieurs du Flysch gréseux et les dépôts aquitaniens à *Helix Ramondi* et débris de plantes. Il n'y a donc pas, dans toute cette région, discordance entre le terrain nummulitique et l'Aquitanien. Des mouvements ont dû cependant se produire dans la région alpine, car l'on voit les dépôts aquitaniens, plus à l'ouest, reposer en transgression sur les dépôts plus anciens : en particulier dans la région de Bellegarde-Culoz, comme je viens de le montrer dans un des derniers bulletins du Service de la carte géologique (*B. S. C. G. F.*, n° 81).

SUR L'ÉOCÈNE D'ALGÉRIE ET DE TUNISIE ET L'AGE DES DÉPOTS DE PHOSPHATE DE CHAUX

par M. L. PERVINQUIÈRE

L'auteur présente à la Société de très belles photographies, prises le long de l'Oued Seldja, et en particulier au point où M. Ph. Thomas découvrit les gisements de phosphate de chaux en 1885, et qui lui ont été communiquées par la Compagnie des phosphates et du chemin de fer de Gafsa (Tunisie).

A ce propos, il rappelle, d'après les travaux de ses devanciers et ses recherches personnelles, la composition des terrains éocènes, et indique les divisions qui lui semblent devoir être établies.

En quelques points privilégiés (synclinal du Dyr de Tébessa-Kalaat es Snam) la sédimentation paraît avoir été continue du Crétacé au Tertiaire. Sur les calcaires sénoniens à *Inocérames* et *Entomaster*, viennent des marnes bleues ou noirâtres, qui, au Djebel Fedjouj, renferment quelques Ammonites ferrugineuses (*Pachydiscus*, *Baculites*), accompagnées de Gastropodes, de Lamellibranches et de Brachiopodes, lesquels persistent seuls sur une épaisseur de quelques mètres et finissent par disparaître. Aussi, en l'absence de tout fossile, la limite inférieure de l'Eocène est-elle impossible à tracer au milieu d'une accumulation marneuse qui à la Kalaat es Snam atteint 200 m. Sur ces marnes repose le niveau phosphaté, dont le fossile le plus typique est un grand Nautile voisin du *N. Forbesi*, et qui supporte quelques bancs de calcaire à silex noirs ou chocolat où apparaissent de petites Nummulites, du reste très rares. Au-dessus d'eux se dresse une masse de calcaires subcristallins, très riches en Nummulites, parmi lesquelles *N. Rollandi* Mun.-Chalm. ; ces calcaires ne se rencontrent guère que dans le fond de synclinaux maintenant en relief et sont toujours limités par des abrupts imposants. Outre les Nummulites, ils renferment quelques Huîtres voisines de *O. strictiplicata* Raulin et Delbos et à leur partie terminale des *O. gigantea* Dubois. Latéralement ces calcaires à Nummulites sont remplacés par des calcaires blancs en bancs minces, où les Nummulites sont tout au moins extrêmement rares ; avec eux se termine l'Eocène inférieur.

L'Eocène moyen peut reposer en concordance sur les calcaires de l'Eocène inférieur ou être en transgression sur le Crétacé

(région au sud de Mactar). Il débute par des calcaires grossiers avec quelques intercalations marneuses, où abonde une grande Huître, ressemblant un peu à *O. crassissima*, ce qui avait fait croire à la présence du Miocène sur le Dyr el Kef. On y recueille : *Thagastea Wetterlei* Pom., *Echinolampas Goujoni* Pom., *Conoclypeus*, *Ilarionia*, etc. A ces calcaires font suite des marnes très puissantes, qui sont le gisement principal de *O. bogharensis* Nicaise ; la partie supérieure renferme de véritables lumachelles à *O. Clot Beyi* Bellardi, associé à *Cariola placunoides* Cantraine.

L'Eocène supérieur est formé entièrement de grès roux un peu calcaires et d'argiles vertes, où se rencontre la très riche faune déjà signalée au Chérichira et Nassar Allah, et dont les fossiles les plus caractéristiques sont : *Euspatangus Meslei* Th. et Gh., *Scutella* cf. *striatula* M. de Serre, *Clypeaster* cf. *biarritsensis* Cott., *Janira arcuata* Defr., etc.

Ces grès roux se continuent par d'autres grès plus clairs sans fossiles qui doivent représenter l'Oligocène, car ils sont immédiatement surmontés par des grès grossiers burdigaliens (*Scutella* cf. *paulensis* Ag., *Pecten præscabriusculus* Font.).

Tout ce qui précède se rapporte uniquement à la région centrale : en effet au sud de Mactar, l'Eocène inférieur fait défaut et l'Eocène moyen repose en transgression sur les divers termes du Crétacé. Il semble en être de même dans la région de Gafsa. Au Foum Seldja il y a nettement discontinuité entre le Sénonien et l'Eocène et sans doute une légère discordance : en tout cas, les coupes de M. Thomas accusent une discordance considérable entre ces deux terrains sur le flanc nord de l'anticlinal. L'aspect des couches phosphatées est plutôt celui de l'Eocène moyen de la Tunisie centrale ; en particulier les calcaires à Nummulites qui, dans cette région, surmontent constamment le niveau phosphaté, font défaut à Metlaoui (Gafsa). En outre, ce qui est plus important, la plupart des fossiles cités par M. Thomas et qui ne sont pas spéciaux à l'Afrique du Nord, se rapprochent de formes du Lutétien, par exemple : *Venericardia* aff. *planicosta*, *Thracia* aff. *parvula*, *Rostellaria* aff. *macroptera*, et au Nasser Allah : *Natica* cf. *sigaretina* et *N.* cf. *cepacæa*. (Il y a cependant une exception : *O. bellovacina* Lk.). En outre un certain nombre d'espèces recueillies au Seldja par M. Thomas se retrouvent dans la Tunisie centrale, mais toujours dans les couches que j'ai rattachées à l'Eocène moyen, comme *Venericardia amygdaloides* Loc., *Cytherea promeca* Loc. (voisine de *C. lævigata* et *C. erycinoides*), et surtout *O. Clot Beyi* Bellardi, qu'on ne rencontre qu'à la limite de l'Eocène supérieur.

Il semble donc vraisemblable que la transgression de l'Eocène moyen, si marquée au sud de Mactar, a dû s'étendre jusque dans le Sud de la Tunisie et que par suite les couches à phosphate de chaux de Gafsa doivent être un peu plus récentes que celles de Tébessa et de la Kalaat es Snam (lesquelles appartiennent à l'Eocène inférieur) et rattachées à l'Eocène moyen.

Il est à noter que la classification exposée ici est très voisine de celle qui a été adoptée par les géologues qui ont récemment étudié l'Égypte. Par contre, elle diffère considérablement de celle qui a été admise par Pomel pour l'Algérie ; mais j'ai pu m'assurer par une excursion à Boghari que l'Eocène y présentait la même composition que dans la Tunisie centrale et était complet. Les calcaires de Draâ el Abiod correspondent à ceux de l'Ousselet et représentent l'Eocène inférieur ; la masse des marnes à *O. bogharensis* répond à l'Eocène moyen, tandis que les grès roux qui se voient au-dessus du Ksar correspondent à l'Eocène supérieur, puisqu'ils renferment plusieurs fossiles caractéristiques, tels que : *Janira arcuata* Defr. et *O. Brongniarti* Bronn.

SUR LA PRÉSENCE DE L'ÉOCÈNE MOYEN DANS LA RÉGION DE SOUK AHRRAS (PROVINCE DE CONSTANTINE)

par M. J. **BLAYAC**

Les terrains que M. Pervinquière rapporte, dans la note précédente, à l'Eocène moyen, paraissent avoir leur équivalent dans la région algérienne de Souk Ahrras.

Au-dessus des calcaires à Nummulites du Djebel Dekma, qui renferment *Nummulites Rollandi* M.-Ch., *N. Zitteli* de la H., *N. irregularis* d'Arch.[1], reposent en concordance au moins apparente : 1°, un banc de phosphate de chaux renfermant de nombreuses dents de Squales : 2°, des marnes jaunâtres où se trouvent à divers niveaux *Ostrea multicostata* et autres espèces voisines et une grande Huître longue qui rappelle *Ostrea crassissima*, mais dont

1. Voir, E. Fichbur : *Les terrainséocènes de la Kabylie du Djurjura*, 1890, p. 149.

le talon est peu épais. Dans ces marnes on rencontre trois ou quatre bancs de calcaire grossier tendre présentant des traces de phosphate de chaux ; l'un d'eux contient des *Thagastea* et des *Echinolampas*, parmi lesquels *Th. Wetterlei* Pomel et *Echinolampas Goujoni* Pomel. Cette formation se termine par un banc de grès glauconieux avec Bivalves indéterminables, surmonté de marnes sans fossiles.

Pomel qui, le premier, a signalé ces dépôts et leurs fossiles [1], les place dans l'Eocène inférieur avec les calcaires à Nummulites sur lesquels ils se trouvent. Cet ensemble de couches à *Ostrea* et à *Thagastea* paraît, en effet, au Dj. Dekma, concordant avec ces calcaires à Nummulites, comme l'a bien dit Pomel. Mais j'ai pu m'assurer que, vers l'est, dans la vallée de la Medjerdah, elles étaient manifestement transgressives, d'abord sur les calcaires à Inocérames du Sénonien, puis sur le Trias. Elles m'ont paru prendre une grande extension vers la Tunisie, à l'est du Dj. bou Kebch et de Tarja, et aussi vers le sud entre Souk Ahrras et Sedrata.

Tissot, sur sa carte provisoire de la province de Constantine (1878), les a distinguées de l'Eocène inférieur et classées dans le Miocène sans doute en raison de la présence de cette grande Huître rappelant l'*Ostrea crassissima*.

Cette formation, par sa situation stratigraphique et ses fossiles signalés par Pomel et que j'ai retrouvés, peut être assimilée à celle que M. Pervinquière attribue, à juste titre, à l'Eocène moyen, dans une région de Tunisie, en somme assez voisine de celle-ci. Il est probable qu'une étude plus approfondie me permettra de recueillir d'autres fossiles, car j'ai vu au-dessus du niveau à *Thagastea* un banc calcaire renfermant de nombreux Gastropodes mal conservés.

Après les remarquables travaux de M. Ficheur sur l'Eocène moyen, il semblait que cet étage ne devait pas s'écarter de la zone littorale du Tell algérien ; il est intéressant de noter sa présence dans la région de Souk Ahrras, située aux abords des Hauts Plateaux constantinois. J'ajoute que son faciès est d'ailleurs bien différent de celui de Kabylie.

1. Pomel. Sur le *Thagastea*, nouveau genre d'Echinide éocène d'Algérie (*C.-R. Ac. Sc.*, 1888, CVI, p. 373). — Le Suessonien à Nummulites et à phosphorites des environs de Souk Ahrras (*A. F. A. S.*, *Congrès d'Oran*, 1888, 2e partie, p. 243).

SUR DES PYCNODONTES TERTIAIRES DU DÉPARTEMENT DE L'AUDE

par M. F. PRIEM.

Pycnodus Munieri n. sp.

(Fig. 1).

M. Munier-Chalmas a eu l'obligeance de me communiquer une dentition vomérienne de Pycnodonte, ayant appartenu à la collection Marcel de Serres et provenant de Couiza (Aude), près des Bains de Rennes ; d'après une étiquette qui accompagne cette dentition, elle aurait été découverte dans le Turonien. Mais à Couiza ne se trouve bien développé que le Nummulitique. Le Crétacé supérieur est à une distance assez considérable de cette localité. La gangue du fossile est un calcaire tendre qui ne ressemble pas au calcaire à Hippurites formant la plus grande partie du Crétacé supérieur de la région. Ce Pycnodonte paraît ainsi provenir de l'Eocène.

La largeur maximum de la pièce est de 40 mill. On voit cinq rangées de dents. La rangée médiane, formée des dents principales, est représentée sur la pièce de Couiza par sept dents. Les deux antérieures sont convexes en avant, presque rectilignes en arrière, leur diamètre longitudinal est de 7 mill. 5, leur diamètre transversal de 10 mill. Les deux dents suivantes sont plus régulièrement ovales, moins convexes en avant; leur diamètre longitudinal est de 7 mill., leur diamètre transversal de 11 mill. 5. Les trois dernières dents principales sont elliptiques, presque égales, avec un diamètre longitudinal de 6 mill. 5 et un diamètre transversal de 12 mill. On trouve sur la dernière, près du bord antérieur, la trace d'une dépression allongée, dont les bords sont légèrement crénelés.

Les dents des rangées latérales internes sont de forme irrégulière, leur bord interne est presque rectiligne, elles ont un contour grossièrement triangulaire, avec des angles arrondis; elles s'étendent le long des dents principales, pénétrant en partie dans les intervalles de celles-ci. Quelques-unes présentent la trace d'une dépression centrale. La rangée latérale interne du côté droit de la figure montre une petite dent ronde avec une dépression centrale à

bords crénelés. En arrière chacune des rangées montre la trace d'une dent disparue. Le plus grand diamètre de ces dents latérales internes est dirigé longitudinalement, il est de 8 mill. ; le diamètre transversal est de 6 mill.5.

Les rangées latérales externes sont composées de dents grossièrement ovales, en alternance avec les précédentes. Leur grand diamètre dirigé longitudinalement est en moyenne de 8 mill. 5 et le diamètre transversal de 5 mill. 5 ; il y a une légère dépression centrale. La rangée externe du côté droit de la figure (correspondant au côté du vomer supposé en place) y est terminée en avant par deux petites dents rondes avec une dépression centrale ; ces petites dents correspondent à une dent unique normale de la rangée externe du côté opposé. Il faut remarquer que le bord extérieur des dents des rangées externes est rectiligne.

Fig. 1. — *Pycnodus Manieri* n. sp., dentition vomérienne, grandeur naturelle.

Suivant l'étiquette accompagnant ce fossile, il s'agirait de *Pycnodus rugulosus* Agassiz du Jurassique, attribué aujourd'hui au genre *Mesodon* et où la dentition vomérienne comprend aussi cinq rangées de dents. Mais chez *Mesodon rugulosus* les dents médianes sont régulièrement elliptiques et les dents latérales sont subcirculaires, en outre les dents sont plus serrées, et l'ensemble de la dentition vomérienne ne présente pas une convexité accusée comme la pièce de Couiza. Celle-ci est bombée dans le sens transversal, ce qui fait penser au genre *Cœlodus* répandu dans le Jurassique supérieur et surtout dans le Crétacé. Mais une convexité, quoique moins prononcée, se montre aussi dans la dentition vomérienne du genre tertiaire *Pycnodus* (sens strict) ayant également cinq rangées de dents. De plus, ce fossile de Couiza ressemble beaucoup par ses dents principales à *Pycnodus pachyrhinus* Egerton, du London-Clay de Sheppe [1]. Pour cette raison nous le plaçons dans le genre

1. Egerton. On some new Pycnodonts. *Geol. Mag.*, N. S., dec. II, vol. IV, 1877, pp. 54-55, pl. IV, fig. 1-2.

Pycnodus non loin de *P. pachyrhinus*. Mais il y a des différences au point de vue des dents latérales. Les dents latérales internes de l'espèce de Sheppey sont ovales et alternes avec les dents médianes, tandis que dans le fossile de Couiza elles sont triangulaires et en partie opposées aux dents principales. Les dents latérales externes de l'espèce de Sheppey ne sont pas rectilignes sur le bord externe comme sur la pièce de l'Aude. Nous pensons que celle-ci appartient à une espèce nouvelle, *Pycnodus Munieri*, de grande taille, comme celle de Sheppey. Ajoutons que, d'après M. A. Smith Woodward [1], la dentition vomérienne appelée *P. pachyrhinus* Egerton doit probablement être rapportée à *P. toliapicus* Agassiz ou à *P. Bowerbanki* Egerton, dont on connaît les dentitions mandibulaires.

Pycnodus Savini n. sp.

(Fig. 2)

Une autre belle dentition vomérienne de Pycnodonte m'a été confiée par notre confrère, le commandant Savin ; elle provient de l'Eocène moyen de Villespy, près de Castelnaudary (Aude).

La pièce de Villespy est la partie postérieure d'une dentition vomérienne. On y voit cinq rangées de dents, la pièce est légèrement concave dans le sens transversal. Elle appartient certainement au genre *Pycnodus* et on doit la placer à côté des plus fortes espèces de ce genre ; sa largeur maximum est de 55 mill.

La rangée médiane présente quatre grandes dents en place, allongées dans le sens transversal. La dent antérieure est un peu plus petite que les suivantes, elle est ovale, légèrement plus convexe en avant qu'en arrière ; il en est de même de la suivante, un peu plus étroite dans le sens longitudinal. Le diamètre transversal de la dent antérieure est de 7 mill. 5 et le diamètre longitudinal de 10 mill. ; les dimensions correspondantes de la seconde dent sont 21 mill. 5 et 11 mill. ; les deux dernières dents, plus étendues dans le sens transversal, sont moins régulièrement ovales, légérement concaves en avant, et un peu amincies à leur extrémité tournée à droite sur la figure. Leur diamètre longitudinal est de 10 mill. 5, le diamètre transversal de la troisième est de 23 mill. et celui de la quatrième de 22 mill.

Les dents des deux rangées latérales internes (3 sont conservées dans chaque rangée) sont plus bombées que les dents principales

1. A. Smith Woodward. Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum, part III, 1895, p. 278.

et disposées obliquement. Elles correspondent aux intervalles des dents médianes. Elles sont ovales et presque égales. Leur grand diamètre est de 12 mill. en moyenne et leur petit diamètre de 9 mill.

Les dents des rangées externes sont conservées au nombre de deux sur le côté gauche de la figure (correspondant au côté droit du vomer supposé en place) et de trois du côté opposé. Elles sont disposées dans les intervalles des dents précédentes ; elles sont arquées vers l'intérieur et ont un contour presque rectiligne vers l'extérieur. Leur grand diamètre disposé longitudinalement sur la plaque vomérienne est de 11 mill. et leur petit diamètre de 9 mill.

Fig. 2. — *Pycnodus Savini* n. sp., dentition vomérienne, grandeur naturelle.

On ne connaît, outre cette pièce, comme dentitions vomériennes du genre *Pycnodus* (sens strict), que *P. pachyrhinus* Egerton, *P. Munieri* n. sp. dont nous venons de parler et *P. mokattamensis* Priem de l'Eocène du Mont Mokattam (Egypte)[1]. La dentition vomérienne de Villespy diffère absolument des deux premières ; elle a plus de rapports avec la dernière, qui lui est tout-à-fait comparable par ses dimensions. Mais chez *P. mokattamensis* les dents principales sont bien moins étendues dans le sens transversal, le rapport du diamètre transversal au diamètre longitudinal est 1,5, tandis que dans la pièce de Villespy ce rapport atteint et dépasse même 2. On pourrait ajouter que les dents de *P. mokattamensis* présentent une dépression centrale bien nette avec des plis rayonnants, ce qui n'a pas lieu pour les dents de Villespy qui sont lisses. Mais celles-ci sont fortement usées, ce qui a pu faire disparaître la dépression et les plis, sauf quelques traces sur

1. F. Priem. Sur les Poissons de l'Eocène du Mont Mokattam (Egypte). *B. S. G. F.*, (3), XXV, 1897, pp. 217-220, pl. VII, fig. 9-14.

les dents latérales. Quoi qu'il en soit, la comparaison des dents vomériennes médianes montre que la pièce de Villespy appartient à une espèce nouvelle; nous proposons de la dédier à notre confrère et de l'appeler *Pycnodus Savini* [1].

Les deux dentitions vomériennes de Pycnodontes de l'Aude qui viennent d'être étudiées, sont les seules, à notre connaissance, qui jusqu'ici, aient été signalées dans le Tertiaire de France. Elles indiquent des espèces de *Pycnodus* de grande taille comparables à celles de l'Eocène de Sheppey et d'Egypte.

Pycnodus sp.

Dans le Nummulitique de Conques (Aude), on trouve des dents isolées de *Pycnodus*. La collection de Paléontologie du Muséum renferme, provenant de cette localité : deux dents relativement plus étendues transversalement par rapport à la longueur que les dents médianes de l'espèce de Villespy; une dent moyenne grossièrement arrondie; et une dent latérale plus petite, ronde, avec une dépression centrale et des stries rayonnantes. Ces dents paraissent appartenir à une espèce distincte des précédentes; mais les documents sont trop incomplets pour permettre une détermination rigoureuse. Nous les rangerons sous le nom de *Pycnodus* sp. Ces dents de *Pycnodus* sp. de Conques sont celles que Gervais avait figurées comme molaires de son *Sargus ? armatus* [2].

D'autres dents de Conques comprimées latéralement et crochues, rangées par Gervais sous ce nom, doivent être rapportées au genre *Ancistrodon* et ont été appelées par Dames [3] *Ancistrodon armatus* Gervais sp. Quelques dents incisiformes trouvées à Conques et figurées par Gervais paraissent seules appartenir au genre *Sargus*.

La collection de Paléontologie du Muséum renferme des frag-

1 Le commandant Savin avait envoyé la pièce fossile de Villespy à notre confrère, M. Depéret, doyen de la faculté des Sciences de Lyon, qui l'avait reconnue pour être une espèce nouvelle de *Pycnodus*. M. Depéret a bien voulu engager le commandant Savin à me communiquer ce Pycnodonte. Je le prie d'agréer tous mes remerciements.

2. P. Gervais, Zoologie et Paléontologie françaises, 1re édition, 1848-52, Expl. Poiss. foss., p. 5, pl. 69, fig. 1-4.

3. W. Dames, Ueber *Ancistrodon* Debey. *Zeitschr. d. D. G. Ges.*, 1883, pp. 655-670, pl. XIX. — P. Gervais, *loc. cit.*, pl. 69, fig. 9-10.

ments de l'*Ancistrodon* de Conques; l'un d'eux paraît être celui que Gervais a représenté : pl. 69, fig. 9. Je dois rappeler que les affinités du genre *Ancistrodon* ne sont pas encore connues. Dames compare ces dents aux dents pharyngiennes de divers Téléostéens. Pour M. A. Smith Woodward [1] certaines au moins de ces dents pouvaient être des dents préhensiles de Pycnodontes. Il est en tout cas intéressant de trouver les dents appelées *Ancistrodon* à Conques avec des débris de Pycnodonte, et de même au Mont Mokattam en Egypte où *Ancistrodon armatus* Gervais sp. accompagne *Pycnodus mokattamensis* [2].

LE PERMIEN DE LA BELLONGUE (ARIÈGE);

SES RELATIONS AVEC LES SCHISTES ARDOISIERS

par M. **CARALP**

Dans une note sur les schistes ardoisiers de la Bellongue (*B. S. G. F.*, [3], XXVII, p. 436), schistes qu'on rapportait à des niveaux très variés, un des arguments que j'invoquais pour les attribuer au Carbonifère était (comme l'indique la coupe 6 de ce travail) leur situation entre les calcaires dinantiens du col de l'Arraing et les grès permiens de Pla-de-Pont.

J'ai constaté depuis que le Permien existe en d'autres points de la même vallée et notamment au Pla-d'Aston, au col de Haouas et à Salsein-du-Haut.

Au Pla-d'Aston (cote 984 de la carte de l'Etat-Major), les schistes noirs de la Bellongue, puissamment développés sur le flanc nord du chaînon de l'Arraing, forment un pli couché, incliné de 5 à 8 degrés vers le sud, dans lequel viennent s'emboîter les schistes verts et les grès rouges du Permien, recouverts çà et là par des lambeaux transgressifs de conglomérat triasique. Ce Permien, nettement caractérisé, repose en aval sur des schistes identiques à ceux de l'amont, schistes qui, d'abord horizontaux, se relèvent ensuite jusqu'à la verticale, pour former un anticlinal aux environs de Bardères.

1. A. Smith Woodward. Catalogue, part III, pp. 283-284.
2. F. Priem. *Loc. cit.*, pp. 220-223, pl. VII, fig. 15.

Au sud-ouest de Salsein-du-Haut (quartier des Carraous), j'ai retrouvé le Permien dans des conditions analogues : ici aussi le renversement est à peu près complet ; sous les schistes noirs (nos schistes carbonifères), inclinés de quelques degrés seulement vers le sud, se montrent, en contact immédiat et en parfaite concordance, les schistes et argilolithes verts de l'Autunien, puis le complexe rougeâtre (schistes et grès psammites) du Saxonien, entremêlé de quartz et d'oligiste écailleux. La succession est donc la même qu'au Pla-d'Aston, seulement l'érosion n'a pas été suffisante pour mettre à nu la base du pli couché ; d'autre part le Permien bute par faille du côté nord contre un système de grès, de cargneules et de calcaires jaunes infraliasiques, ayant pour substratum l'ophite de Salsein.

De ce village au Pla-d'Aston, c'est-à-dire sur un parcours de 1200 à 1300 m., la continuité du Permien s'accuse par la teinte rougeâtre qu'il communique aux terres labourées ; par exception, au col de Haouas, situé entre la coume de Salsein et celle de Bardères, le Permien ne se montre pas, les schistes horizontaux du sud butant directement contre l'ophite du nord ; mais, si on descend sur Salsein par le chemin des Hountas, on voit tour à tour apparaître sous les schistes les étages successifs du Permien mis à nu par les érosions.

De ces relations stratigraphiques, que viennent d'ailleurs corroborer d'autres considérations, nous tirerons les mêmes conclusions que par le passé, à savoir que les schistes de la Bellongue, placés entre les calcaires carbonifères (Dinantien) et la base du Permien, appartiennent, au moins ceux de la rive droite de la Bouigane, non au Silurien ou à divers étages du Secondaire, comme l'ont prétendu certains collaborateurs de la Carte géologique, mais bien au Carbonifère et plus particulièrement au Houiller.

OBSERVATIONS

SUR LA GÉOLOGIE DE CROZON

FAITES A L'OCCASION D'UN MÉMOIRE DE M. KERFORNE [1] SUR LE SILURIEN DE CE CANTON.

par M. Charles BARROIS.

Les études, que je poursuis depuis de longues années en Bretagne, m'obligent à relever diverses assertions d'un mémoire de géologie régionale, récemment présenté à la Société, où mes travaux sur cette contrée sont exposés d'une façon controversable. Je fixerai d'abord certaines questions de dates et m'étendrai plus longuement ensuite sur les points relatifs au fond même du sujet.

M. Kerforne, auteur de ce mémoire, affirme (p. 163) que j'ai publié une carte de la presqu'île de Crozon « où se trouvent reproduites les principales observations publiées antérieurement par « lui ». Il dit ailleurs (p. 161) que postérieurement à ses observations sur la géotectonique de la presqu'île de Crozon, j'ai publié dans le Bulletin du Service de la Carte géologique quelques considérations sur le même sujet.... et que je suis arrivé à des résultats semblables. A l'appui de ces assertions, on trouve, en note, que le travail de M. Kerforne date de mars 1899, tandis que le mien ne serait que de juin, c'est-à-dire postérieur de quatre mois. Je prierai mes confrères, pour toute réponse, de se reporter à mes anciens tracés [2], ou de vouloir bien contrôler les dates indiquées

1. F. Kerforne. Etude de la région silurique occidentale de la presqu'île de Crozon (Finistère). Rennes, imprimerie Fr. Simon, 8°, 234 p., 1 pl. Thèse soutenue à Paris le 20 juin 1901.

2. Carte géologique de la rade de Brest au 1/40.000 exposée manuscrite à l'Exposition de 1889, par le Ministère des Travaux publics et communiquée par le Directeur du Service à MM. Vasseur et Carez pour l'établissement de leur carte géologique de France au 1/500.000. (Paris, mai 1889). La carte exposée étant restée manuscrite ne saurait m'assurer la priorité ; je dois renvoyer à l'extrait, fait par eux, donné par MM. Vasseur et Carez, en mai 1889. Un autre résumé très sommaire d'un coin de la même carte fut inséré, en décembre 1889, dans le Bulletin de la Carte géologique de France, n° 7 ; une partie en fut publiée en 1891 à l'échelle du 1/80.000 (Feuille de Quimper) : or ce n'est qu'en 1899, que M. Kerforne a publié sa première esquisse (*Bull. Soc. scient. et médicale de l'Ouest*, t. VIII, premier trimestre

par M. Kerforne. Ils verront ainsi que *les quelques considérations* constituent le rapport officiel que j'ai *remis en 1898* au Directeur du Service de la Carte goélogique de France [1], et que le Bulletin où il est inséré porte la date d'avril 1899 (et non pas juin) ; ils constateront en outre que le mémoire de M. Kerforne *a été lu*, au mois de mars 1899, devant la Société scientifique et médicale de l'Ouest, et n'a été publié que plus tard, dans le fascicule trimestriel (non daté) de cette société.

Je dois encore signaler dans l'historique du mémoire de M. Kerforne divers passages qui pourraient prêter à de fausses interprétations. Ainsi, par exemple, critiquant un mémoire de 1880, il écrit : « *Mes recherches m'ont fait ranger* les psammites blancs dont il est question dans l'Ordovicien ; le calcaire de Rosan se trouve au dessus d'eux, mais au dessous des schistes ampéliteux ». Et ailleurs, à l'occasion d'un mémoire que j'ai publié en 1889, M. Kerforne dit (p. 12) : « *Je n'ai pu admettre tous ces résultats* : les psammites blancs m'ont paru être ordoviciens ; il en est de même des coulées de diabase et des tufs diabasiques interstratifiés, qui manquent complètement dans le Silurien supérieur ». Comme ces phrases isolées pourraient laisser croire qu'il s'agit de divers résultats, et que la détermination de l'âge des *psammites blancs* et du *calcaire de Rosan* appartient en propre à M. Kerforne, on me permettra d'en rapprocher d'autres appréciations du même auteur [2], à l'occasion de ces mêmes tufs diabasiques de Rosan : « Ils sont donc bien stratigraphiquement ordoviciens, comme M. Barrois a eu le mérite de l'établir paléontologiquement ». Et aussi, dans sa thèse [3] : « D'après M. Barrois, les premières venues diabasiques « sont postérieures au dépôt des schistes ardoisiers d'Angers et « contemporaines du dépôt des schistes de Morgat ; elles n'ac- « quièrent une grande importance qu'à l'époque suivante du cal- « caire de Rosan (faune seconde silurienne)... ». Aussi bien, dans le tableau comparatif (p. 227) qui résume en quelque sorte l'historique de sa thèse, on voit qu'il range les *psammites blancs* et les *calcaires de Rosan* à la même place que moi, c'est-à-dire respectivement à la base du Gothlandien et au sommet de l'Ordovicien.

1899). J'ai publié en 1900 la première carte détaillée au 1/80.000 de la région, dans le Livret-Guide du Congrès ; M. Kerforne en a publié une autre en 1901. La première esquisse de M. Kerforne ayant paru dans une revue locale, peu répandue parmi les géologues, je la reproduis plus loin (p. 71), pour bien mettre en relief ce qui est dû à son auteur.

1. *B. C. G. F.*, t. X, 1898-99, p. 15. Fascicule publié en avril.

2. *Bull. Soc. scientifique et médicale de l'Ouest*, t. VII, 1898, p. 330.

3. Thèse, p. 12.

Il me paraît regrettable que M. Kerforne n'ait pas revu avec un soin suffisant cette partie de sa thèse : il aurait ainsi évité des inexactitudes, des contradictions, qui ne sauraient rien ajouter à la valeur de son travail. J'arrive immédiatement aux questions de fond qui doivent être traitées.

I. — De l'ordre de succession des couches siluriques

1. Gothlandien

Le premier essai de classification des couches gothlandiennes bretonnes est dû à MM. de Tromelin et Lebesconte, qui distinguèrent trois niveaux distincts, caractérisés par des faunes de Mollusques déterminés par comparaison avec les types de Bohême.

L'étude des Graptolites me permit d'annoncer en 1892 [1] que la série était plus complète, et que l'on pouvait reconnaître en Bretagne l'existence des quatre étages suivants, entre lesquels sont réparties toutes les zones graptolitiques anglo-scandinaves. En définissant ces étages caractérisés à la fois par des *genres propres* de Graptolites et par le *degré de développement* de leur faune graptolitique, je proposais des *divisions d'ordre général*, dans lesquelles devaient rentrer les futures subdivisions en zones, à espèces propres :

Wenlock supérieur [2] . .	*Calcaires ampéliteux à* C. interrupta.
Wenlock inférieur . . .	*Schistes ampéliteux d'Andouillé.*
Tarannon	*Ampélites de Poligné.*
Llandovery	*Phtanites de l'Anjou.*

Cette classification et mes comparaisons avec les termes de la série anglaise étaient fondées sur des listes de fossiles, comprenant 82 espèces pour la France, 32 pour la Bretagne ; et si l'on note que les listes nouvelles de M. Kerforne, loin de les modifier, n'ont ajouté à ces énumérations anciennes que *6 espèces* de Graptolites, il semble que ses propres observations soient plutôt insuffisantes pour établir, comme il le dit [3], un nouveau cadre dans lequel rentreront les divisions qui seront ultérieurement découvertes.

1. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 1892, vol. XX, p. 190.

2 Depuis l'époque de ces divisions, Miss E.-M.-R. Wood a montré que les « Wenlock shales », que nous désignions sous ce nom de Wenlock supérieur devaient être rangés, en Angleterre, dans le Ludlow inférieur et que les calcaires ampéliteux de ma notice devaient par conséquent passer dans l'étage de Ludlow (*Q. J. G. S.*, vol. 56, 1900, pp. 419-421). M. Kerforne est arrivé à la même conclusion, d'une manière indépendante.

3. « La division en zones que je viens de donner est un cadre, dans lequel rentreront celles qui seront ultérieurement découvertes » (Kerforne, p. 143).

L'établissement de ce cadre est antérieur aux travaux de M. Kerforne [1]. D'autre part, je ferai remarquer que les 9 zones que propose M. Kerforne [2] sont de valeur trop inégale : les unes correspondent exactement à mes étages, tandis que les autres n'en sont que des subdivisions. Bien que le nombre de ces dernières soit nécessairement destiné à être augmenté, quand nous aurons des listes de fossiles, il en est cependant d'insuffisamment caractérisées parmi celles qui nous sont proposées. Ainsi la zone 7, à *Monograptus Salweyi*, caractérisée par une seule forme de Monograpte, ne peut être distinguée actuellement de la zone 6 : en Angleterre, en effet, le *M. Salweyi* est une espèce de la zone à *M. Nilssoni* [3].

La zone 8, à *Monograptus clavulus*, caractérisée par cette seule espèce, ne me paraît pas reconnaissable ; en effet, à Lostmarch, dans la localité donnée comme type, j'ai recueilli au niveau indiqué *Monograptus colonus*, *M. dubius*, *M. uncinatus*, var. *orbatus*, espèces de la zone 6. Je n'y ai point retrouvé, il est vrai, le *M. clavulus*, mais le type bohémien de cette espèce étant un échantillon incomplet, dépourvu de sa partie proximale, je ne me crois pas autorisé à lui rapporter des échantillons, d'ailleurs assez mauvais, que j'aurais pu ramasser dans ce gisement.

La zone 3 ne saurait non plus être distinguée actuellement de la zone 4, avant la publication des nouveaux documents annoncés ; les deux zones à *R. Geinitzi* et à *M. Riccartonensis* ayant, en Angleterre, la moitié de leurs espèces communes, on ne peut les distinguer en France d'après des listes ne comprenant que 2 espèces, et sans qu'on ait observé leur superposition réelle sur le terrain. D'ailleurs les espèces indiquées dans ces deux zones avaient été citées antérieurement [4] sur les plaques de la collection Lebesconte.

La zone 5 m'ayant fourni à Morgat les espèces suivantes : *Cyrtograptus Murchisoni* Carr., *C. flaccidus* Tullb., *Monograptus priodon* Bronn., *M. dubius* Suess, *M. basilicus* Lapw., *M. Hisingeri* Carr., *M. Riccartonensis* Lapw., c'est-à-dire tous les fossiles

1. On peut en dire autant de diverses données, insérées dans son mémoire, sur l'extension de la mer gothlandienne en France (p. 142), sur l'équivalence de divers faciès graptolitiques en Bretagne (p. 138), qui remontent à 1892.

2. Voir le tableau de ses neuf zones, donné par M. Kerforne, p. 144.

3. E. M. R. Wood. *Q. J. G. S.*, vol. 56, 1900, p. 450.

4. Je noterai ici, puisque l'occasion s'en présente, que le *Monograptus colonus* Barr., cité par moi dans cet étage, a été déterminé à une époque où le type de Barrande n'avait pas encore été scindé et redéfini par M. J. Perner : il ne correspond donc plus au *M. colonus* des travaux modernes et doit être supprimé de ma liste.

de la zone 4, il est matériellement impossible de distinguer ces zones 5 et 4.

Ainsi, parmi les 8 zones gothlandiennes graptolitiques proposées par M. Kerforne, il en est 4 qui ne présentent pas *actuellement* de caractères paléontologiques suffisants pour pouvoir être reconnues sur le terrain, en Bretagne ; les 4 autres étaient connues.

Ces critiques de détail me permettront de faire ressortir que si M. Kerforne n'a pas modifié le cadre antérieurement proposé, puisque ses divisions rentrent dans les miennes, il est juste cependant d'insister sur la découverte, qui lui est due, de l'étage de Ludlow, ainsi que sur l'intérêt de son premier essai de subdivision en zones paléontologiques, qu'établiront de meilleures listes de fossiles, des quatre étages graptolitiques de la Bretagne ; et sur ce résultat, dès à présent acquis, de la division du Ludlow breton en deux assises, l'une inférieure correspondant au Lower-Ludlow d'Angleterre [1], l'autre supérieure, zone à *P. eugyra*, contenant en abondance cette remarquable *Avicula glabra* Münster, si répandue à la fin de l'époque silurienne, de la Bohême à la Scanie [2], que MM. de Tromelin et Lebesconte [3] ont déjà citée en de nombreux points de la Bretagne, et à laquelle j'ai trouvé associés, à la Tavelle, des débris de *Pterygotus*.

2. Ordovicien

La meilleure coupe, que je connaisse en Bretagne, du contact de l'Ordovicien et du Gothlandien, se trouve sur les bords de l'Aulne, à l'est de Trégarvan, dans le canton de Crozon, à proximité de la région décrite par M. Kerforne.

Cette coupe (fig. 1) montre le niveau du calcaire de Rosan, si fossilifère dans cette vallée de l'Aulne à Coat-Garec et au passage de Rosnoën, compris en concordance entre deux étages de grès siluriens (S^{3a} et S^{4a}), sans fossiles, et de caractères lithologiques voisins. Les caractères de la faune de Rosan (*Orthis Actoniæ*, *Triplesia spiriferoides*, *Caryocystites*, *Stenopora*, *Phyllopora*) étant ceux du sommet de l'Ordovicien d'Angleterre, il est permis de rapporter à l'Ordovicien moyen (grès de Saint-Germain-sur-Ille)

1 En outre des *Monograptus colonus*, *M. Nilssoni*, cités par M. Kerforne, j'ai ramassé à Morgat : *M. dubius* Suess, *M. Rœmeri* Barr., *M. uncinatus* var. *micropoma* Jaeck., *M. varians* Wood.

2. Frech, *Lethæa palæozoica*, p. 105, d'après MM. Linnarsson et Tullberg.

3. De Tromelin et Lebesconte. *A. F. A. S.*, Nantes, 1875 B.

l'étage du grès inférieur [1], et au Gothlandien (grès culminant) l'étage du grès supérieur.

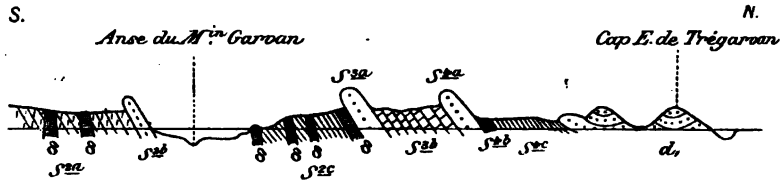


Fig. 1. — Coupe à l'est de Trégarvan [2]. — Echelle des longueurs : 1/20.000.

d,, Terrain dévonien (70 m.) ; δ, Diabase ; S^{4c}, Schistes à nodules du Gothlandien (30 m.) (étage de Ludlow) ; S^{4b}, Ampélites du Gothlandien (étage de Wenlock) ; S^{4a}, Grès culminant (13 m.) (étage de Llandovery) ; S^{3b}, Calcaire et coulées porphyritiques de Rosan (53 m.) (étage de Caradoc) ; S^{3a}, Grès de Kermeur (60 m.) (étage de Saint-Germain-sur-Ille) ; S^{2c}, Schistes de Morgat y compris probablement les schistes de Raguenez ; S^{2b}, Grès de Kerarvail ou de Kermeur (ramené par pli synclinal) ; S^{2a}, Schistes d'Angers.

La coupe de l'anse de Tréboulle, qui aurait révélé à M. Kerforne (pp. 81 à 86) la position stratigraphique du calcaire de Rosan et son recouvrement immédiat par le grès gothlandien ne me paraît pas aussi instructive. Dans cette coupe, en effet, le grès gothlandien, représenté à la fois par M. Kerforne sous le double signe des grès (n° 10) et du quartz filonien (Q), présente des caractères anormaux. D'autre part, les tufs fossilifères de Rosan y sont séparés des grès ordoviciens de Kermeur par une faille, bien exposée dans la falaise au sud du cap Raguenez, et qui enlève à la succession indiquée sa signification précise.

Je me garderai cependant de diminuer l'importance attribuée par M. Kerforne à la coupe de Tréboulle ; aucune ne montre mieux la composition du bord sud du bassin de Chateaulin, elle nous fournira un exemple des divergences d'interprétation que permettent des observations insuffisantes.

1. Les relations paléontologiques de ce grès avec le calcaire de Rosan étant nulles, je ne vois pas de raison pour réunir ces deux niveaux, comme l'a fait M. Kerforne, en un étage ordovicien supérieur. Ce grès se rapproche davantage par les caractères de sa faune de l'Ordovicien moyen de M. Kerforne.

2. Cette coupe n'a pas encore été figurée, bien que décrite avec plus de détails dans mon mémoire de 1889 (*B. C. G. F.*, n° 7, p. 56), auquel on pourra se reporter pour la succession des bancs. On retrouvera facilement dans la série des couches indiquées les correspondances avec les zones adoptées, en additionnant les épaisseurs à partir du Dévonien.

Si l'on compare la coupe ci-dessous, dressée d'après mes notes, avec celle qui est donnée par M. Kerforne (p. 81), on reconnaît qu'elles diffèrent en ce que j'attribue l'épaisseur anormale du *grès armoricain* au sud du bassin (1 et 3) à une répétition par failles parallèles à la direction des couches ; la réduction des *schistes d'Angers* (2-4) est attribuée à une même cause ; les *schistes de Raguenez* sont affectés par un pli qui les ramène deux fois à

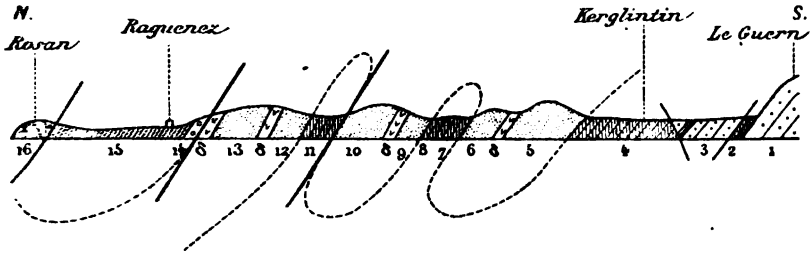


Fig. 2. — Coupe de l'anse de Tréboulle. — Echelle des longueurs : 1/40.000.

δ, Diabases et porphyrites ; 15, Terrain gothlandien ; 16, 14, Calcaire et tufs de Rosan ; 13, 12, 10, 9, 6, 5, Grès de Kermeur ; 11, 8, 7 Schistes de Raguenez ; 4, 2, Schistes d'Angers ; 3, 1, Grès armoricain.

l'affleurement, tandis que M. Kerforne attribue leur répétition à l'obliquité des couches par rapport au contour de la côte ; les grès de Kerglintin, nos 5 et 6, ramenés par le pli précité, appartiennent au niveau du grès de Kermeur, comme les nos 12 et 13 [1], et non au niveau du grès de Keraïvail, comme le pense M. Kerforne. Ce synclinal de *grès de Kermeur* des falaises de Kerglintin (nos 5 et 6) est la continuation de celui de La Palue, rapporté par M. Kerforne à l'Ordovicien, et dont l'épaisseur cesse ainsi d'être exceptionnelle.

On voit ainsi que le niveau du *grès de Keraïvail* qui, dans la coupe de M. Kerforne, présente des variations si singulières d'épaisseur (de zéro à 100 mètres), ne doit cette irrégularité qu'à des corrélations douteuses ou à des dérangements mécaniques inaperçus : le travail de M. Kerforne ne paraît donc pas définitif pour le classement des grès siluriens de Crozon.

De nouvelles recherches sont également nécessaires pour établir les analogies indiquées par l'auteur entre l'Ordovicien de Crozon et celui de l'est du massif armoricain, si bien étudié par nombre

1. Je serai moins affirmatif pour les grès (nos 9 et 10) qui pourraient former un niveau inférieur aux schistes à *Trinucleus* de Raguenez (8 et 11) ; ceux-ci correspondraient, dans ce cas, aux deux flancs d'un même pli anticlinal, au lieu de constituer deux petits anticlinaux distincts.

de savants, notamment par M. Lebesconte, dont on s'étonne de ne pas trouver l'œuvre exposée dans une thèse inaugurale sur ces régions. Quelques perfectionnements que l'avenir puisse réserver aux coupes de M. Lebesconte, coupes qui, d'après M. Œhlert [1], établissent définitivement la succession des couches de l'Ordovicien dans le Massif Armoricain, il restera toujours établi, à l'honneur de ce savant, qu'il fut le premier à poser très nettement le problème ordovicien, qu'il indiqua la pluralité des *grès moyens* et en sépara nettement le *grès culminant*, qu'il distingua les *ardoises de Riadan à Trinucleus* (= Raguenez) des *ardoises d'Angers à Calymènes* et les rangea à leur place dans la série.

Mon rôle a été plus modeste dans l'étude de la question des grès ordoviciens ; je rappelerai en passant, puisque M. Kerforne a bien voulu citer mes observations, que je me suis borné à distinguer dans la masse, *auparavant indivise*, des grès de la presqu'île, les niveaux suivants :

1. Quartzites de Plougastel	Dévonien
2. Psammites à Scolites.	Gothlandien
3. Grès schisteux (distingués, mais non nommés, dans mon travail)	Ordovicien de May
4. Grès de Kerarvail.	Ordovicien

Les *psammites à Scolites* correspondent exactement aux *grès culminants* de M. Lebesconte et de M. Kerforne (coupes de la Tavelle, Morgat, etc.) ; si je me suis trompé, en rapportant à ce niveau le grès blanc sans fossiles qui affleure isolé dans les dunes de La Palue, il ne saurait s'en suivre que le niveau que j'ai distingué sous ce nom doive passer en entier dans l'Ordovicien, avec le grès de La Palue, comme cela a été dit [2].

Mais ces critiques n'affectent que des questions de forme et ne sauraient nous empêcher de faire ressortir les résultats acquis par M. Kerforne : on n'avait point, avant lui, soumis la série ordovicienne de ce canton à une analyse aussi détaillée ; il a perfectionné le classement des divers grès ; il a reconnu de nouvelles zones paléontologiques, parmi lesquelles celles à *Trinucleus Bureaui* et à *Trinucleus Seunesi* présentent un intérêt général pour la Bretagne ; les tufs de Rosan, dont l'âge, il est vrai, était déjà connu, ont été rangés avec plus de précision, à leur place, dans la série locale.

Je terminerai en défendant une assertion, contredite par M. Ker-

1. D.-P. Œhlert. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, 1895, p. 327.
2. Kerforne, pp. 59, 131.

forne [1], bien que confirmée par M. Lebesconte, à savoir que le Gothlandien, en Bretagne comme en Angleterre, recouvrirait l'Ordovicien en stratification transgressive ; en effet, cette opinion me semble appuyée par divers arguments. Ainsi les *psammites blancs* (base du Gothlandien) reposent indifféremment, en divers points du pays, sur le calcaire de Rosan, les schistes de Riadan et les grès de Saint-Germain-sur-Ille ; d'autre part, les divers étages gothlandiens ne présentent pas non plus la même répartition superficielle.

En attendant que des recherches plus précises viennent modifier ces notions provisoires, évidemment insuffisantes, on ne saurait s'arrêter à l'objection de M. Kerforne (p. 55), tirée d'une observation relative au poudingue de Kerdreux ; car, outre que je n'ai pas maintenu en 1889 [2], quand j'en reconnus la pâte tufacée, la nature sédimentaire que je lui attribuais en 1888 [3], on ne saurait admettre avec M. Kerforne que cette brèche appartient à l'Ordovicien moyen, parce qu'on trouve *C. Tristani* à son contact. Cette brèche, au contraire, étant de nature éruptive et de l'âge de Rosan, traverse nécessairement les couches à *C. Tristani*, plus anciennes. Elle peut être en relation avec le neck du volcan silurien du Menez-Hom.

Pour ne plus revenir sur cette discussion concernant la géologie de Crozon, je saisirai ici l'occasion de faire remarquer que si les grès qui sont relevés sur la coupe 1 (p. 56) sous les lettres S^{4a} et S^{3a} n'ont point été distingués, sur mes feuilles de Bretagne, comme *grès culminant* et *grès de Saint-Germain*, ce n'est point que j'aie méconnu ces divisions, mais bien en raison de l'impossibilité de les tracer, en terrain trop couvert, à l'intérieur du pays. Les dépressions occupées par S^{3b} S^{4b-4c}, qui séparent habituellement les crêtes de grès d_1 S^{4a} S^{3a}, sont uniformément recouvertes d'éboulis de grès, qui cachent toutes les limites, en dehors de quelques ravins exceptionnels. La notation unique S^{4-3}, admise sur les feuilles de Chateaulin, Quimper, Pontivy, Rennes, a groupé dans la légende de ces cartes, sous le nom de *schistes et grès de Camaret*, cette série, dont le tracé détaillé, dans une région aussi pauvre en affleurements, me paraît encore une tâche irréalisable.

L'inspection de ces cartes [4] suffit à montrer que ces *schistes et*

1. M. Kerforne écrit p. 130 : « le Gothlandien repose partout normalement et en concordance sur l'Ordovicien ».

2. *B. C. G. F.*, 1889, p. 46.

3. *A. S. G. N.*, 1888, XVI, p. 8.

4. Cartes au 1/80.000 publiées par le Service de la Carte géologique, Chateaulin en 1886, Pontivy en 1890, Quimper en 1891, Rennes en 1895.

grès de Camaret (S^{4-3}) n'ont jamais constitué pour moi un étage défini [1], une unité, mais un complexe hétérogène, provisoire, embrassant *l'ensemble des couches siluriennes supérieures de la région* (ordoviciennes et gothlandiennes), depuis la base du S^3 jusqu'au sommet du S^4 dans tout le bassin central de la Bretagne, de Chateaulin à Laval. Dès mes premières études dans la presqu'île de Crozon [2] j'avais déclaré « que les psammites à Scolites, que je « considérais, avec MM. de Tromelin et Lebesconte, comme for- « mant la base de la faune 3me, ne reposent pas directement dans le « Finistère sur les *schistes ardoisiers*; ils en sont séparés par des « grès schisteux, grisâtres, tendres, assez grossiers, où l'on peut « espérer trouver un jour la *faune de May et de Saint-Germain* ».

C'est dans ce faisceau des *schistes et grès de Camaret* S^{4-3} de mes cartes que j'avais fixé le moment des éruptions diabasiques du Menez-Hom, considérées avant mes travaux comme *filoniennes* et post-dévoniennes. J'ai montré alors que ces manifestations *plutoniennes* avaient débuté à la fin des schistes de Morgat et *atteint leur paroxysme lors du calcaire de Rosan*, pour s'éteindre graduellement pendant le Silurien supérieur.

Je reconnais volontiers que j'ai exagéré la part du Gothlandien, en lui attribuant certains affleurements de tufs de Rosan, ramenés par plis ou failles, que M. Kerforne a eu le mérite de reconnaître le premier. Mais, dans un prochain travail, je donnerai de nouvelles preuves que l'activité volcanique n'avait point cessé en Bretagne, lors du Gothlandien, contrairement à l'avis de M. Kerforne.

3. Cambrien

L'absence de fossiles et la dissymétrie des bords opposés du bassin du Finistère rendent particulièrement délicate l'étude du Cambrien de Crozon. Toutefois l'examen comparé des deux bords de ce synclinal, en dehors de la presqu'île, m'a permis quelques conclusions, sur lesquelles je reviendrai plus loin, relativement à l'extension et aux relations du Cambrien dans la presqu'île ; il m'a amené également à rapporter au Précambrien, comme M. Kerforne, mais pour des motifs différents, certains schistes (Portnaye, Porzic, Dinan), auparavant attribués à divers niveaux.

Pourtant nos observations à leur sujet, dans la presqu'île, ne concordent pas. Loin de reproduire ses conclusions, comme il le

1. Kerforne, p. 34.
2. *A. S. G. N.*, VII, 1880, p. 261.

déclare (p. 26), j'ai plutôt à rectifier ses trois coupes de Portnaye, Porzic, Dinan, qui perdent ainsi la portée qu'il leur assigne et ne sauraient suffire à établir ses conclusions. Je ne crois pas d'ailleurs qu'il ait fait la preuve de la division des grès de Crozon en deux étages distincts, correspondant aux grès armoricains et aux grès feldspathiques, ni celle de la transgression du grès armoricain sur le grès feldspathique rapporté au Cambrien (p. 96), ni celle de l'attribution au Précambrien des schistes de Portnaye. J'établirai successivement ces trois points, avant de conclure.

1. — D'abord, il m'est impossible de distinguer dans la presqu'île, d'après leurs caractères lithologiques, le grès feldspathique du sud, du grès armoricain du nord. Les roches de ces deux massifs sont, dans mes préparations, également pauvres en feldspath. Mais c'est encore M. Kerforne qui nous fournit les meilleurs arguments ; en effet, malgré la série des caractères distincts qu'il énumère entre ces grès, il ne cite pas un point où on puisse aller constater leur superposition, et il n'a pas tracé, plus que moi, leur limite sur la carte. Or si l'on note que cette limite correspond à la division principale de sa série (sa division en systèmes), et qu'elle n'a pu être tracée par lui, après trois ans d'études sur le terrain, consacrés au relevé détaillé d'une surface correspondant à quatre communes, suivant une ligne d'affleurement ne dépassant pas 5 kil. et où trois falaises littorales fournissent trois coupes continues transversales, toute personne non prévenue admettra avec moi que M. Kerforne a fait la preuve que cette limite est invisible : elle ne peut donc être acceptée dans l'état actuel.

2. — Cette impossibilité de distinguer les grès feldspathiques des grès armoricains nous empêche nécessairement de reconnaître, à la suite de M. Kerforne, si le grès armoricain s'est réellement avancé en transgression sur les grès feldspathiques, au nord de la presqu'île.

Mais si, malgré ces observations, on persistait à juger les analogies lithologiques suffisantes pour établir le synchronisme de ces grès, je devrais dire qu'à mon avis, les grès de la presqu'île qui se rapprochent le plus des grès feldspathiques d'Erquy, par leurs caractères lithologiques, sont ceux du Porzic, qui constituent pour M. Kerforne (p. 97) la base de son grès armoricain, loin d'être ceux du Guern ou de la Chèvre, qu'il leur compare. Il y aurait donc lieu de conclure, dans ce cas, à l'inverse de M. Kerforne, que la transgression des grès, au nord de la presqu'île, correspond aux grès feldspathiques et non aux grès armoricains.

3. — Je ne crois pas que M. Kerforne ait fait la preuve que les schistes de Portnaye fussent d'âge précambrien (bien que nos cartes s'accordent pour accepter cette interprétation). D'abord, l'analogie lithologique des schistes de Portnaye avec les roches précambriennes, sur laquelle il s'appuie, est si peu suffisante que précisément ces mêmes caractères lithologiques m'avaient déterminé à rattacher jadis différents gisements de ce niveau à divers étages siluriens (voir Kerforne, p. 94).

La présence des *phtanites de Lamballe*, signalés par lui, dans l'anse de Dinan, recouverts en stratification normale par le grès armoricain, lui fournit un second argument, qui serait décisif, s'il ne nous paraissait reposer sur une erreur de détermination.

Je n'ai pas vu en effet de phtanites à Dinan, bien que les caractères des phtanites de ce niveau précambrien, sur lequel j'ai appelé le premier l'attention, me soient assez familiers. J'examinerai donc en détail la coupe de la falaise de Dinan, où M. Kerforne signale la présence de cette roche, et que je reproduis ici (fig. 3). Cette coupe capitale montre, d'après M. Kerforne, que le grès armoricain « repose en concordance apparente sur les couches phtanitiques précambriennes (p. 42) » ; elle établit ainsi, à ses yeux, comme par l'absence entre ces deux niveaux des grès feldspathiques et des schistes pourprés cambriens, la transgression du grès armoricain sur le Précambrien, au nord de la presqu'île de Crozon. Je donne ici, d'après mes notes, la même coupe (fig. 4).

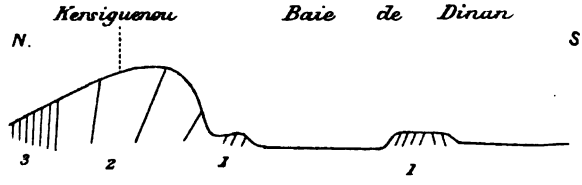


Fig. 3. — Coupe de Dinan d'après M. Kerforne.
1, Précambrien ; 2, Grès armoricain ; 3, Schistes à Calymènes.

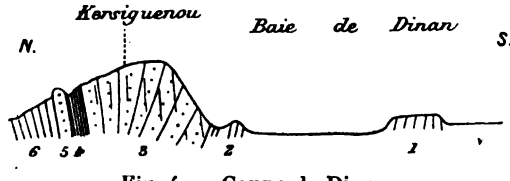


Fig. 4. — Coupe de Dinan.
6, Schistes d'Angers ; 5, Grès du Toulinguet ; 4, Schistes de Portnaye ; 3, Grès du Grand Gouin ; 2, Cornes vertes ; 1, Schistes et grauwackes briovériens.

Les schistes d'Angers (n° 6 de ma coupe) correspondent exac-

tement aux schistes à Calymènes de M. Kerforne. Les numéros 5, 4, 3 correspondent à ses grès armoricains (n° 2) ; l'intercalation schisteuse désignée sous le nom de *schistes de Portnaye* me paraît *constante* dans la presqu'île de Crozon.

J'accepte, à la suite de M. Kerforne, que l'attribution à l'Armoricain des schistes qui affleurent dans l'anse de Portnaye, entre deux murs de grès armoricains, semble être erronée ; mais on ne saurait conclure avec lui que la division doive être supprimée, parce que le type a été malencontreusement choisi. En définissant ce niveau, j'en avais cité sept autres exemples [1], et on pouvait se borner à le changer de nom. Je crois encore qu'il y a avantage à conserver cette subdivision, pour signaler cette zone schisteuse aux investigations des chercheurs, en raison de l'importance que présenterait pour le classement de la série, la découverte de Graptolites dans ces schistes, où on pourrait trouver le niveau de Boutoury.

Mais les *cornes vertes* de ma coupe (n° 2) en forment la partie essentielle : elles correspondent aux « schistes noirs siliceux et compacts, que M. Kerforne considère comme des phtanites », le contact est facile à observer à marée basse, comme il l'indique, au pied même de la falaise de Kersiguenou; et la roche se montre en outre sous forme de gros monolithes noirs, pyramidaux, alignés sur la plage sableuse, où ils sont sans cesse repolis par les lames.

Je n'ai pu y reconnaître les caractères des phtanites. Sous le marteau, d'abord, ces roches ne présentent ni les éclats vifs, ni la cassure esquilleuse des phtanites ; elles ont plutôt une cassure conchoïdale, grenue. En collection, elles perdent en se desséchant la couleur sombre des blocs lavés par l'eau de mer et prennent une teinte verdâtre. On trouve d'ailleurs des échantillons de cette couleur dans les dunes de Kersiguenou, où on peut suivre un certain temps, en s'éloignant de la mer, cet alignement de cornes vertes : elles présentent alors des alternances de couleur verte et violacée, avec bandes plus riches en granules charbonneux et en grains pyriteux.

J'ai fait un certain nombre de préparations minces de ces cornes. Les échantillons recueillis dans la falaise, au point de contact même, ne montrent pas un seul grain de quartz, pas une fibre de calcédoine, pas de charbon : ils sont entièrement formés d'empilements d'écailles et de sphérolithes d'une belle chlorite sombre, d'origine secondaire, n'offrant entre eux que des glomérules de petits cristaux de sphène. Les préparations prises dans les affleu-

1. *A. S. G. N.*, t. IV, 1876, p. 43. On les reconnaît aussi dans les falaises de la Mort-Anglaise, de la Pointe de Dinan, etc.

rements de la plage présentent des caractères plus variés, passant des précédentes à de vrais schistes, avec séricite et quartz, mais dépourvu des aiguilles microlithiques ordinaires de rutile. Certains échantillons sont plus riches en charbon, d'autres en oxyde de fer, ou en pyrite; toutefois la prépondérance de la chlorite donne la caractéristique de la série. Elle est en paillettes enchevêtrées, avec rosettes maclées et groupements sphéroïdaux, pléochroïque, voisine de la ripidolite, par son signe optique positif. Elle est d'origine nettement secondaire et associée à anatase, rutile, sphène, ilménite, de même origine. Ainsi les aiguilles de rutile, au lieu d'être semées, comme dans les schistes normaux, sont groupées en rayons, simples ou géniculés, dans toutes les directions, autour d'un noyau sphéroïdal de même substance. Ces processus de néoformations sont assez anciens, car les plages de chlorite se montrent à leur tour traversées de filonnets de quartz, avec cristaux de pyrite et anatase.

Les préparations les plus instructives sont fournies par les échantillons de couleur vert violacé; le dessin que j'en donne ci-contre montre que les parties violacées sont constituées par des débris répartis sans ordre, anguleux, de schiste ordinaire, colorés par des granules ferrugineux et recimentés par la chlorite verte concrétionnée, répandue dans toutes ces roches, mais qui, ici, présente avec netteté sa disposition d'élément de remplissage, d'origine secondaire, moulant tous les vides laissés entre les éclats de schiste. Il y a donc parmi ces roches des brèches de friction, métasomatiques, où des éclats anguleux de schiste violacé sont recimentés et noyés dans une masse prépondérante et parfois uniforme de chlorite, associée à d'autres minéraux secondaires.

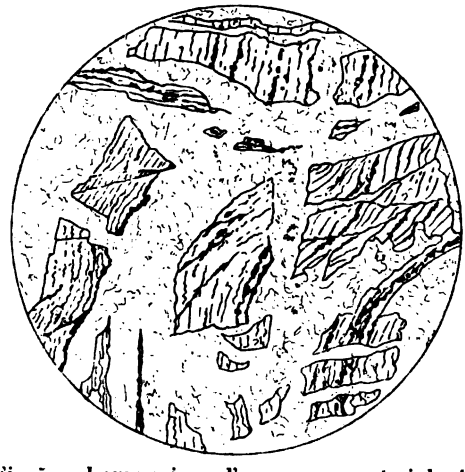


Fig. 5. — Lame mince d'une corne vert-violacé, montrant des débris de schiste recimentés par chlorite secondaire.

On ne peut donc accepter cette opinion de M. Kerforne que « le

grès armoricain repose à Dinan, en concordance apparente sur les phtanites précambriens (p. 42) », puisque, au lieu d'observer une concordance apparente et l'existence de phtanites, on reconnaît à la limite du grès armoricain et des schistes précambriens, la présence d'une faille, avec traces de puissantes actions mécaniques, ayant développé au contact une remarquable roche bréchoïde, chloriteuse, avec néoformations minérales [1].

On ne peut non plus considérer que M. Kerforne ait fait la preuve de la transgression du grès armoricain sur le Précambrien, puisque l'absence, invoquée par lui à cet effet, des étages du *grès feldspathique* et du *schiste pourpré*, peut être attribuée au jeu de la faille observée dans cette coupe.

Les cornes et brèches (n° 2) dérivent probablement de la transformation de sills diabasiques précambriens, mais j'estime qu'elles peuvent aussi être formées de coulées ou de débris triturés de l'étage des *schistes pourprés*, dont elles occupent la place. Des arguments en faveur de cette manière de voir sont donnés à la fois par la position stratigraphique de la brèche, par les analogies lithologiques de ses lits verts et violacés, et surtout par la composition minéralogique de l'ensemble : car l'étage des *schistes pourprés*, mieux que tout autre, a pu fournir les importantes proportions de fer, alumine et magnésie qu'on rencontre dans la chlorite de la brèche. Cet étage est essentiellement formé aux dépens de roches éruptives basiques contemporaines. J'ai montré, en 1884, que l'étage des *schistes pourprés* est caractérisé lithologiquement dans le Finistère, par l'abondance des schistes verts, et que ce caractère distinctif est dû au développement d'un minéral métamorphique, du chloritoïde. Dans les parties altérées, les piles de chloritoïde sont remplacées, par métasomatose, par une chlorite identique à celle de Dinan, qui envahit toute la roche. Une visite à la falaise du cap La Chèvre, rapportée par M. Kerforne à l'étage du *schiste pourpré*, suffit d'ailleurs à montrer la richesse en chlorite des schistes verts et des coulées de porphyrites augitiques altérées, qui y alternent avec les schistes pourprés oligistifères, de même âge.

Il y a donc autant de raisons pour rapporter le schiste bréchoïde vert de Dinan à l'étage des *schistes pourprés*, qu'au *Précambrien*. Ce ne serait pas d'ailleurs le seul exemple connu en Bretagne du broyage de cet étage et de sa réduction à quelques mètres d'épaisseur, entre les lèvres d'une faille : il y en a un autre dans la falaise

1. Les schistes alunifères, jadis l'objet d'une demande en concession, sont inférieurs à ces roches.

de Lanloup (Côtes-du-Nord). En tout cas, on ne peut considérer, avec M. Kerforne, comme démontrée l'absence originelle du schiste pourpré et du grès feldspathique dans l'anse de Dinan. Elle est bien possible, mais non prouvée.

Coupe de Porzic. — La coupe des falaises de Porzic a fourni à M. Kerforne un autre argument en faveur de la transgression du grès armoricain sur le Précambrien. Nous reproduirons également pour cette raison (fig. 6) la coupe qu'il en a donnée (p. 67, 68).

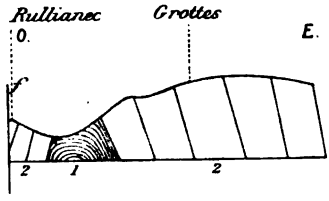


Fig. 6. — Coupe de Porzic, d'après M. Kerforne.

1, Schistes précambriens ; 2, Grès armoricain.

En réalité, la coupe est moins schématique sur le terrain que dans le mémoire de M. Kerforne, comme la figure suivante permettra d'en juger (fig. 7).

La netteté des failles à la limite des schistes et des grès me paraît suffisante pour empêcher de citer cette coupe comme un exemple de concordance ou de stratification transgressive du grès armoricain sur le schiste précambrien. Ajoutons qu'un filon de quartz pyriteux remplit une faille à l'ouest de la baie, et que des recherches y ont été tentées il y a quelques années.

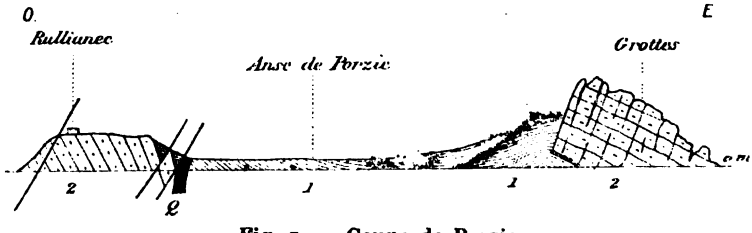


Fig. 7. — Coupe de Porzic.

1, Schistes précambriens ; 2, Grès armoricain ; *Q*, Filon de quartz.

Coupe de Portnaye. — La coupe de Portnaye est la dernière citée par M. Kerforne, à l'appui de sa thèse; mais, ici encore, il donne une coupe théorique (fig. 2, p. 23). L'interprétation proposée est assurément plausible, mais à condition de noter que l'on ne voit ni l'anticlinal représenté sur la coupe, ni la concordance, ni la transgression entre le grès et le schiste, c'est-à-dire aucun des faits qu'il s'agirait de prouver. La description que donne M. Kerforne de cette coupe est bien plus exacte que sa figure et je la reproduirai ici : « L'inclinaison des deux bandes gréseuses

« concorde parfaitement avec l'hypothèse d'un anticlinal. A l'est, « il semble au premier abord, comme l'a fait remarquer M. Barrois, « qu'il y ait discordance entre les grès et les schistes. Il n'en est « probablement rien, mais il s'est produit un phénomène assez « général dans la presqu'île de Crozon : souvent au point de « contact des grès et des schistes, les grès et les tout premiers « bancs de schiste sont en concordance visible ; mais les bancs de « schiste suivants ont été déjetés dans des sens divers ; à quelque « distance du contact on retrouve l'inclinaison véritable. Ce « phénomène pourrait faire croire à un observateur non prévenu « qu'il y a discordance. L'étude attentive du contact précis montre « qu'il n'en est rien. La grande inégalité de résistance à la pression « des schistes et des grès explique parfaitement ces faits (p. 24). »

Ce sera aussi ma conclusion, que la grande inégalité de résistance à la pression des schistes et des grès suffit à expliquer tous les contacts relevés par M. Kerforne, entre les grès armoricains et les schistes précambriens. Ses coupes permettent des interprétations variées ; et, par conséquent, ne *fournissent pas la preuve* des concordances et des transgressions décrites par l'auteur, entre ces niveaux.

C'est en dehors de la presqu'île de Crozon, sur la bordure septentrionale de ce bassin, où les grès reposent sur la série précambrienne normale, que j'ai dû aller rechercher les relations des grès armoricains avec les couches sous-jacentes. J'avais indiqué le problème, mais ne l'avais pas résolu, en 1876 [1], en signalant la dissymétrie des bords nord et sud du bassin silurien du Finistère. La distinction des *grès pisaires de la Roche Maurice*, rapportés à l'Ordovicien en 1886, fut un premier progrès ; plus tard [2] je reconnus leur disposition transgressive sur le Précambrien de la Montagne d'Arrée et sur celui de la vallée de l'Elorn, ainsi que la position de la grande faille qui les sépare du grès dévonien de Landevennec [3].

Ce sont les coupes de la vallée de l'Elorn et des Montagnes d'Arrée qui m'ont éclairé sur les relations des grès armoricains avec les schistes précambriens, compris régulièrement, sur ce bord du bassin, entre eux et les gneiss du plateau septentrional de la Bretagne. Elles m'ont donné des arguments pour rattacher au Précambrien divers schistes de la presqu'île de Crozon, comme l'a proposé M. Kerforne, attendu que cette région périsynclinale doit

1. *A. S. G. N.*, t. IV, 1876, p. 53.
2. *B. S. G. F.*, (3). XIV, pp. 659, 889.
3. *B. C. G. F.*, 1898, t. X, p. 14 ; et L.-G. Congrès géologique, p. 23.

nécessairement montrer le passage entre les deux modes distincts du Cambrien, des bords nord et sud du Finistère. Les particularités si singulières, signalées par moi en 1888, de la faune du *quartzite de la Roche-Maurice* [1], essentiellement formée de Gastéropodes inconnus dans le *grès armoricain* proprement dit, m'empêchent de reconnaître encore si cette crête de quartzite, épaisse de 10 à 20 mètres environ, correspond au grès armoricain, au grès feldspathique, ou à leur ensemble.

II. — Tectonique

La presqu'île de Crozon doit son existence au développement de quatre plis anticlinaux, dirigés E. O., qui ont ridé, à l'époque carbonifère, les strates de la série dévonienne du bassin de Brest-Laval et relevé le grès armoricain dans les noyaux anticlinaux de ces plis, suivant l'axe du bassin. Ces 4 plis anticlinaux armoricains (1°) de la Mort Anglaise, (2°) du Restou, (3°) de Guenvenez, (4°) de Crozon, sont parallèles entre eux, comme aussi à la crête de grès armoricain qui limite le sud du bassin. La bande de grès armoricain de Camaret n'est que la continuation, déviée par failles, de l'un des accidents précédents.

Tels sont les traits fondamentaux de la structure de la presqu'île, tracés par moi en 1889 et interprétés dans mon rapport de 1898 au Directeur de la Carte géologique [2]. La comparaison de l'esquisse tectonique que je donnai, avec la carte schématique publiée (dix ans après) par M. Kerforne (fig. 8, 9, p. 70), montrera que s'il a perfectionné la carte, il n'a modifié ni le *nombre*, ni la *direction*, des *anticlinaux armoricains*, portés sur ces essais. Les grès armoricains constituant, suivant l'expression de M. Kerforne (p. 100), « *l'ossature de la presqu'île* », ils ont été semblablement mis en relief et *représentés en noir* dans les reproductions que je donne ci-dessous.

La fig. 8 est l'adaptation de mon esquisse de 1889 [3] ; la fig. 9 est

1. *A. S. G. N.*, t. XVI, 1888, p. 7.
2. *B. C. G. F.*, t. X, 1898, p. 15.
3. Ces figures ayant pour but de fixer l'état du lever géologique de la presqu'île, antérieurement aux débuts de M. Kerforne, j'ai reporté sur la présente esquisse les modifications nécessitées par ce but spécial, mais *celles-là seulement* qui se trouvent *justifiées par des publications antérieures*. Ainsi, mon esquisse primitive se distingue de cette copie, par l'absence du Cambrien, celle de l'Ordovicien de la Mort Anglaise, celle du Dévonien de la plage de Pois, etc., sans intérêt pour le dit mémoire ; mais diverses notices personnelles (*B. S. G. F.*, (3). XIV, p. 679 ; (3). VI, p. 178), comme la mention

la copie du premier tracé de M. Kerforne de 1899. Elles sont représentées à une même échelle et avec les mêmes signes, pour les rendre plus comparables ; pour cette même raison, j'ai numéroté et teinté les anticlinaux de grès armoricain qui expliquent toute la stratigraphie locale. J'ai supprimé de part et d'autre les tracés théoriques des failles, sur lesquels je reviendrai plus loin. Le rapprochement de ces deux documents suffit à montrer les rapports considérables qui existent entre ces cartes, leurs dates et, aussi, à limiter la part des perfectionnements apportés par la plus récente.

Il est regrettable que des observations indépendantes, si concordantes, ne nous aient pas permis une même interprétation théorique.

Les idées de M. Kerforne sur la tectonique de la presqu'île sont d'une grande simplicité (p. 163); elles ont été schématisées par lui (p. 156), dans la coupe reproduite plus loin (fig. 10, p. 72).

Cette coupe, d'après M. Kerforne, montre que la région centrale du bassin synclinal est la plus relevée, et que, de chaque côté de ce dôme, les paquets voisins sont descendus suivant une série de failles verticales, en gradins (F_1, F_2, F_3). A cette première série de tassements verticaux, ont succédé des déplacements horizontaux, exprimés par une grande faille (F), dite de rejet, dirigée à peu près normalement aux précédentes, et ce mouvement horizontal aurait été accompagné d'un mouvement de bascule qui aurait dévié la direction des couches du faisceau occidental (p. 157). Ces divers mouvements se seraient produits après le Dévonien (p. 166).

De mon côté, j'avais rapporté les mouvements du sol qui déterminèrent la tectonique de la presqu'île, à une cause plus générale, aux puissantes pressions latérales qui ridèrent le sol de

qui en est faite par MM. Vasseur et Carez dans leur carte, tracée d'après mes minutes de l'Exposition de 1889, permettaient de les corriger, d'après des documents publics. J'ai fait ici cette correction pour le grès armoricain de la Mort Anglaise, puisque j'avais signalé son existence en 1877 (*B. S. G. F.* (3), VI, 178).

M. Kerforne n'a pas tenu compte de mes cartes, et il en donne la raison suivante : « une carte de la presqu'île, au 1/320.000, est annexée au mémoire « de M. Barrois (1889). Cette carte diffère *considérablement* de celle que « M. Barrois a publiée en 1900 (Guide du Congrès), depuis que j'ai publié moi-« même une carte de la presqu'île (1899); il me paraît donc inutile de m'y « arrêter » (p. 12). Les *différences considérables* indiquées par M. Kerforne, ne l'autorisaient pas à oublier que les quatre plis anticlinaux de grès armoricain qui constituent *le trait essentiel de la tectonique* de la presqu'île, *étaient indiqués* dès mes premiers travaux, lors de ma carte de 1889, comme sur celle de 1900.

la Bretagne, après l'époque du Culm. Et j'avais attribué à la continuité de ce plissement les déformations des ondes produites, suivant un système de failles obliques, correspondant aux parties les plus étirées des flancs.

A l'appui de cette interprétation, je ferai remarquer que le géosynclinal de Crozon est, comme le dit à juste titre M. Kerforne (p. 154), « remarquablement plissé et faillé, et les assises y sont « ordinairement relevées jusqu'à la verticale » ; il se trouve ainsi

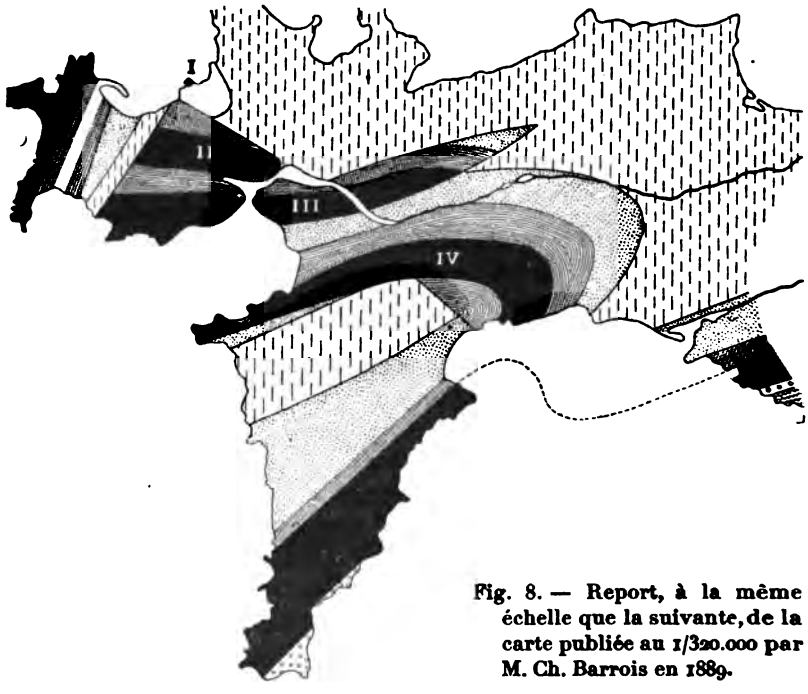


Fig. 8. — Report, à la même échelle que la suivante, de la carte publiée au 1/320.000 par M. Ch. Barrois en 1889.

dans des conditions où les notions d'altitude, si importantes dans l'étude des massifs formés de couches horizontales et sur lesquelles M. Kerforne insiste avec complaisance, perdent une grande part de leur portée. Les tassements verticaux, les rejets horizontaux, auxquels il fait surtout appel, sont bien subordonnés aux pressions latérales puissantes, qui ont déterminé et étiré les plis. Ainsi, je ne connais guère de failles verticales dans la région, tandis que les failles obliques s'y rencontrent à chaque pas ; il me serait facile d'en donner beaucoup d'exemples. Je préfère renvoyer au mémoire de M. Kerforne, où on verra que toutes les failles *observées* par

lui sont obliques (pp. 23, 38, 46, 48, 89, 151), tandis que les failles *interprétées* par lui sont seules verticales (pp. 165, etc). Son schéma est inexact, en ce qu'il représente des couches peu inclinées et des failles verticales, au lieu des couches verticales et des failles obliques, que montre l'observation.

Certes il s'est produit en Bretagne, comme ailleurs, des décrochements horizontaux ; il en est de très beaux dans l'anse de Tré-

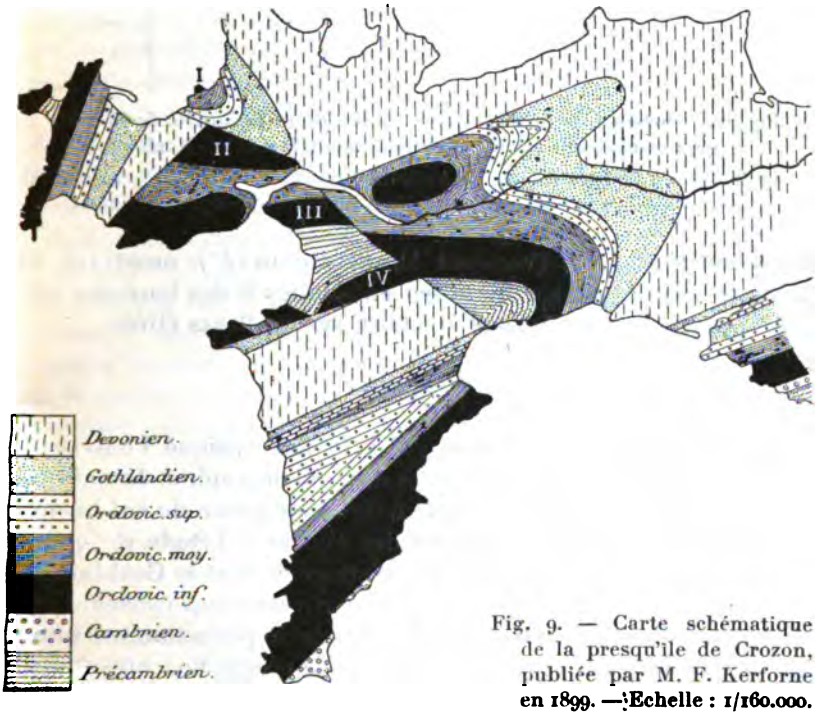


Fig. 9. — Carte schématique de la presqu'île de Crozon, publiée par M. F. Kerforne en 1899. — Echelle : 1/160.000.

boulle, qui affectent les tufs de Rosan, et j'en ai tracé d'autres, sur mes premières feuilles de la carte de Bretagne (feuilles de Chateaulin, Pontivy). Mais je suis arrivé à penser que je m'étais exagéré leur importance tectonique, depuis que l'étude du Menez Bel-Air (feuille de Rennes) est venue me donner une intelligence plus claire de la structure des plis du sol breton; depuis lors, j'ai trouvé chaque année de nouveaux exemples de ces plis étirés suivant leurs flancs, et faillés suivant leur longueur, et cette structure me paraît caractéristique du Massif Armoricain.

La presqu'île de Crozon m'en a fourni, entre autres, un excellent type, que sont venues encore confirmer, ce me semble, la découverte et la description si intéressantes, dues à M. Kerforne

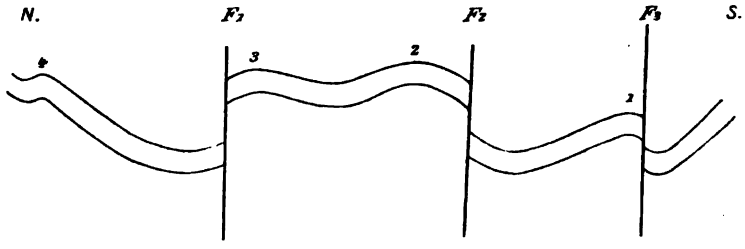


Fig. 10. — Schéma de la région occidentale de la presqu'île de Crozon, le grès armoricain étant seul représenté (d'après M. Kerforne).
1, Anticlinal de Morgat-Rosan ; 2, Anticlinal de Dinan-Crozon ; 3, Anticlinal de Kerloch-Landaoudec ; 4, Anticlinal de Portnaye-Mort Anglaise.

lui-même (p. 89), de l'accident Morgat-Rosan (F^3), montrant un beau modèle de pli soumis à ses extrémités à des tensions inégales, et cédant inégalement à l'effort, sur ses flancs étirés.

Résumé

Dans les pages précédentes, j'ai à la fois critiqué l'œuvre de M. Kerforne, et dégagé les mérites de sa monographie. Jamais une analyse aussi approfondie n'a été faite d'une partie du sol breton, puisque l'auteur a pu consacrer des années à l'étude de quatre communes et qu'il est arrivé à y distinguer dans le Gothlandien six niveaux, et dans l'Ordovicien neuf niveaux superposés. Cette dissection attentive du terrain lui a permis de perfectionner toutes les coupes qui avaient été relevées dans la presqu'île ; elle fournit des documents plus précis à la stratigraphie locale.

Mais je ne sais s'il a réellement trouvé dans la presqu'île une confirmation des idées de ses maîtres sur les transgressions ordoviciennes et les concordances gothlandiennes ? J'ai montré que les divers niveaux de grès distingués n'avaient pu être suivis et déterminés avec exactitude dans les diverses coupes. Les coupes qu'il invoque doivent être rectifiées ; les contacts sur lesquels il se base sont défigurés par des failles ; et ces failles montrent parfois même, comme remplissage, des brèches de friction avec schistes chloriteux, plus voisins de schistes cambriens à chloritoïde et surtout de porphyrites augitiques altérées, que des phtanites précambriens auxquels ils ont été assimilés.

Les quatre étages graptolitiques définis dans le Gothlandien, antérieurement aux travaux de M. Kerforne, sont conservés; on ne peut, encore, en l'absence de caractères suffisants, reconnaître les subdivisions nouvelles qu'il propose.

D'autre part, mon interprétation de la tectonique diffère aussi de la sienne. Il me semble que l'obliquité de toutes les failles, la verticalité de toutes les couches s'accordent trop bien avec l'amplitude et la généralité des efforts latéraux qui ont ridé la Bretagne à l'époque carbonifère et déterminé la convergence des plis dans le Finistère, pour qu'on puisse simplement expliquer la tectonique de la presqu'île par l'action de tassements verticaux inégaux, suivis de rejets horizontaux, après l'époque dévonienne.

Telles sont les raisons qui m'ont empêché, pour la tectonique de Crozon, d'accepter l'interprétation de M. Kerforne, dans la feuille de Brest du Service de la Carte géologique de France, qui se trouve actuellement à la gravure.

Mais ces divergences, si elles ont quelque intérêt historique, n'ont guère d'importance scientifique générale; la comparaison des nombreuses cartes géologiques de la presqu'île, données successivement dans ces dernières années, montrera, mieux que nos stériles discussions, l'accord fondamental des résultats d'ensemble et le perfectionnement graduel des détails, que je me suis attaché à mettre en relief dans les pages précédentes.

NOTE

SUR LA DÉLIMITATION DE L'AIRE SYNCLINALE QUI ALIMENTE LES SOURCES DE LA DHUIS

PRÈS DE PARGNY (AISNE)

par M. BABINET.

Les sondages exécutés par le service municipal de Paris en 1900 (sous le contrôle supérieur de M. Munier-Chalmas, professeur de géologie à la Sorbonne), près de Pargny (Aisne), sur le plateau qui sépare la vallée de la Dhuis et celle du Verdon, permettent de rectifier la position du synclinal secondaire marqué sur la carte géologique au 80.000e (feuille de Meaux, n° 49, 2e édition revisée par MM. Dollfus et Janet, 1898).

Une première série de travaux entrepris dans le ravin de la Dhuis, entre Artonges et Pargny (surtout près de l'endroit où ce ravin est traversé par la voie ferrée de Château-Thierry à Montmirail) a fait reconnaître l'importance des éboulis dus au glissement à flanc de coteau des différentes assises tertiaires dont se compose le sous-sol des plateaux. Ces éboulis ont comblé, sur une hauteur assez considérable, le fond de la vallée pléistocène et jouent un grand rôle dans la circulation des eaux souterraines, comme on le verra plus loin.

En construisant dans ce ravin les fondations d'une cuvette maçonnée, on n'a pas toujours atteint le calcaire de Champigny en place, même à 6 ou 7 mètres de profondeur. Une tranchée ouverte dans le terrain de Mme veuve Pécheux, sur le flanc gauche de la vallée, au-dessous du chemin de fer, a montré, vers l'altitude 143 m. 50, des argiles magnésiennes violettes, rappelant celles du calcaire de Saint-Ouen. Ces argiles étaient considérées autrefois comme exclusivement caractéristiques de ce niveau : on sait aujourd'hui qu'elles remontent jusque dans le calcaire de Champigny [1].

L'altitude, en ce point, des argiles magnésiennes dont il s'agit, conduit à les considérer comme intercalées non pas dans les calcaires de Saint-Ouen, mais bien dans le calcaire de Champigny.

1. Observations de MM. Munier-Chalmas et Janet.

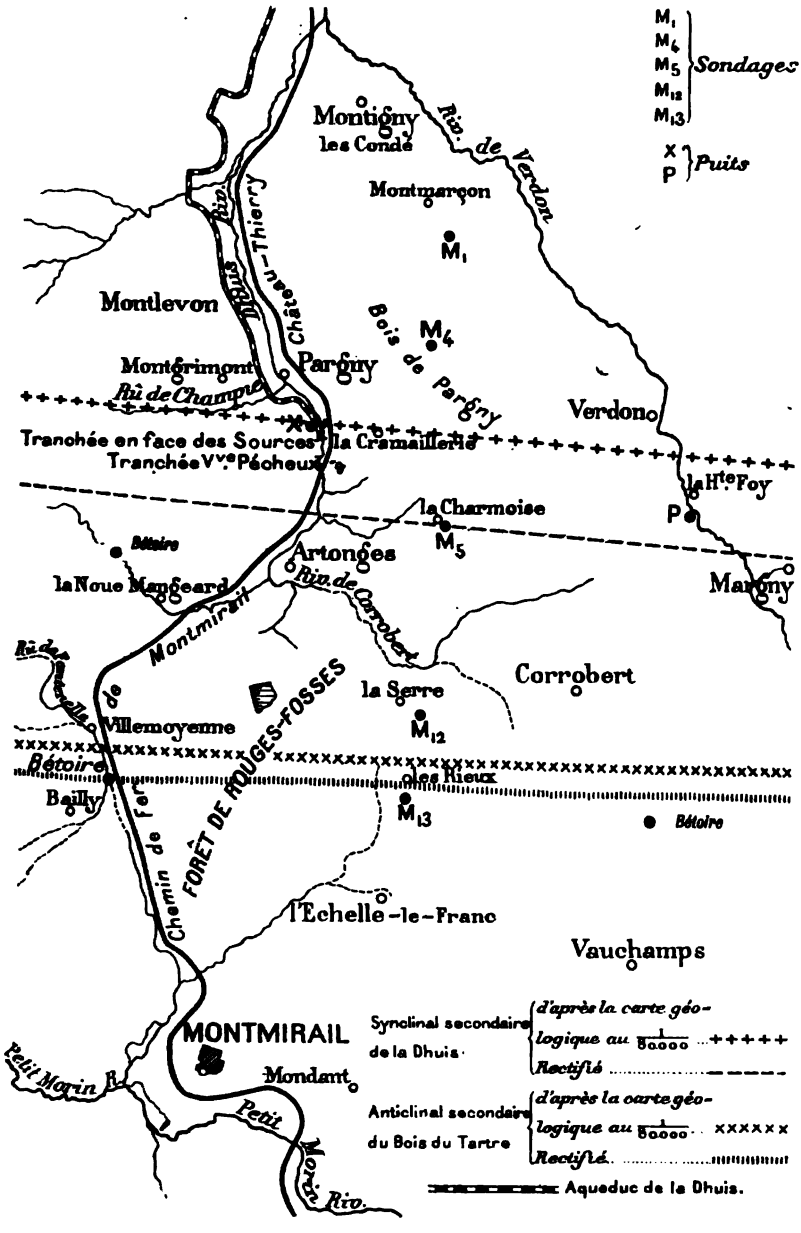


Fig. 1. — Carte du bassin alimentaire des sources de la Dhuis, entre Pargny et Montmirail. — Echelle 1/100.000.

En effet, un puits pour l'assainissement des maçonneries de l'aqueduc, creusé vers l'hectomètre 2 de la dérivation, a donné une coupe intéressante; on a pu constater dans le fond (cote + 117 m.) que les sables siliceux du Bartonien inférieur s'étendent jusqu'à cet endroit avec leur faciès ordinaire. Ils sont surmontés par les formations laguno-lacustres du Bartonien, succession de couches calcaires et de marnes, dont l'ensemble atteint une épaisseur d'une vingtaine de mètres et peut être divisé de la façon suivante :

1° *Bartonien inférieur* (entre 117 m. 30 et 123 m. 60). Alternance de marnes et de calcaires, qui renferment quelques *Limnæa arenularia* et *Cyclostoma mumia*.

2° *Bartonien moyen* (de 123 m. 60 à 133 m. 50). Le calcaire de Saint-Ouen, tout à fait typique, est représenté par des bancs calcaires, qui ont environ 10 m. d'épaisseur et dont les uns sont caractérisés par *Limnæa longiscata*, les autres, par une abondance extrême de *Cyclostoma mumia*. On y a constaté la présence de silex ; par places, la roche elle-même et ses cavités sont imprégnées de silice. La faune, recueillie dans les sondages et déterminée par M. Munier-Chalmas, contient :

Limnæa longiscata Brong.
Planorbis goniobasis Sander.
Planorbis inflatus Desh.
Planorbis obtusus Sow.
Bithinia cyclostomæformis Ch. d'Orb.
Polycirsus varicosus Ch. d'Orb. sp.
Cyclostoma mumia Lamck.

3° *Bartonien supérieur*. Cette division comprend des marnes et des lits calcaires peu ou pas fossilifères, dont l'épaisseur ne dépasse guère 1 m. 70 : elle est ici très réduite, comme en général dans tout l'est du bassin de Paris.

Les assises bartoniennes supportent des alternances de marnes (avec pseudomorphoses gypseuses) et de bancs calcaires durs sublithographiques, dont l'ensemble (quoique non fossilifère) semble bien représenter les marnes à *Pholadomya Ludensis* ; le fait a d'ailleurs été reconnu par M. Janet, lors de ses visites sur place. Ces dernières assises, très visibles dans les tranchées ouvertes près des sources, se trouvent immédiatement au-dessous de marnes séparées par quelques lits de calcaire très dur et compact. On peut y voir la base des calcaires de Champigny : cependant, elles paraissaient un peu disloquées, dans les fouilles, et avaient pu glisser légèrement sur les couches inférieures.

L'exécution des tranchées et sondages indiqués ci-dessus a nettement démontré que les calcaires bartoniens renferment des quan-

tités d'eau négligeables : les sources de la Dhuis ne peuvent donc aucunement trouver là leur alimentation. La nappe d'où elles viennent doit être au-dessus des couches précédemment identifiées avec l'horizon des marnes à *Pholadomya ludensis* : les eaux circulent probablement dans les fissures et les canaux de décalcification du calcaire de Champigny, qui jouent le rôle de collecteurs, avant de descendre à travers les éboulis sur une hauteur de 11 m. au moins (sinon 15 m.), comprise entre les cotes 139 m. 50 (ou 143 m. 50) et 128 m. 50 (niveau des sources), le long d'un ancien thalweg creusé dans les marnes ludiennes et les calcaires compacts de l'étage bartonien. Par conséquent, les émergences actuelles sont loin de marquer le passage de l'axe synclinal, qui doit être reporté plus au sud.

La limite de l'aire synclinale vers la vallée du Petit-Morin semble d'ailleurs assez bien établie par l'emploi de la fluorescéine qui a révélé des communications entre les sources de la Dhuis et plusieurs effondrements ou *bétoires* situés aux environs d'Artonges. M. Max Le Couppey de la Forest[1] a trouvé près de Villemoyenne et Bailly deux bétoires espacés de 400 m. environ, dont les eaux vont rejoindre d'un côté les sources de Pargny, de l'autre celles de Montmirail : on peut donc supposer que l'anticlinal du Bois du Tartre passe entre eux, si l'on considère le calcaire de Champigny comme également perméable en tous sens, et si quelques parties moins fissurées ne jouent pas le rôle de barrages pour former des réservoirs importants sur les marnes imperméables. Des expériences dans le bétoire de la Villeneuve (où l'eau manque malheureusement presque toute l'année), entre Corrobert et Vauchamps, seraient utiles pour préciser la question.

Une série spéciale de sondages exécutés sur le plateau compris entre les vallées de la Dhuis et de Verdon a permis de préciser également la position du synclinal. Les fouilles ont été faites dans des puits à section rectangulaire, orientés suivant une ligne droite sensiblement normale à la direction des plis souterrains. Les emplacements ont été choisis en vue de reconnaître le sommet du calcaire de Champigny, au-dessous des marnes vertes, d'après la carte géologique au 80.000e. Ces opérations n'ont pas toutes donné des résultats précis, soit que les marnes eussent disparu par érosion, soit que leur grande épaisseur n'ait pas permis de continuer des travaux par trop dispendieux. En se servant des sondages où

1. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, tome XV, pages 245-247 des mémoires. Communication faite à cette Société le 25 juin 1901.

le sommet du terrain ludien a été nettement reconnu, on peut former le tableau suivant :

	DÉSIGNATION DES SONDAGES	DISTANCES cumulées depuis l'origine	ALTITUDE du sommet des calcaires de Champigny
	—	—	—
M_1	Montmarçon	75 m.	199 m.
M_4	Bois de Pargny (au nord de la Cramaillerie)	1.415 m.	195 m.
M_5	La Charmoise	3.875 m.	187 m.
M_{12}	La Serre	6.395 m.	195 m.
M_{13}	Les Rieux	7.515 m.	192 m.

Le sondage des Rieux est au midi de l'anticlinal du Bois du Tartre. En dressant un profil en long, on constate que la ligne M_1 M_4 coupe M_5 M_{12} précisément au point M_5.

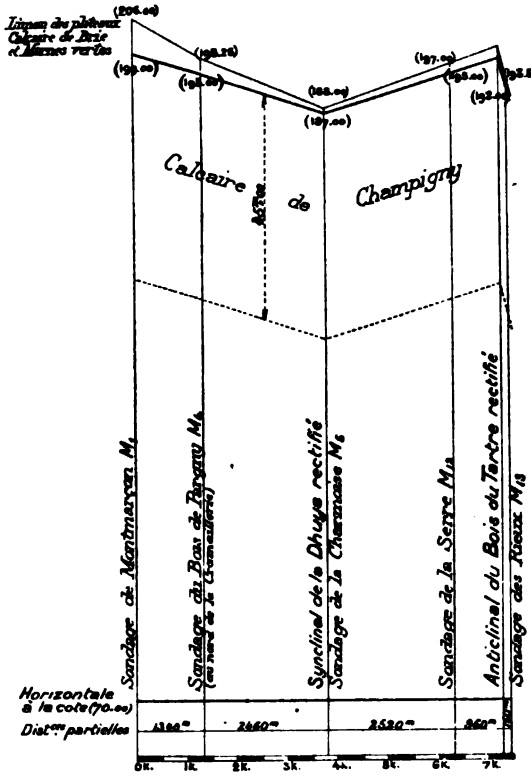


Fig. 2. — Coupe verticale nord-sud du plateau entre la Dhuis et le rû du Verdon, de Montmarçon aux Rieux.

Ces données conduisent à faire admettre que le synclinal secondaire des sources de la Dhuis passe près de la Charmoise, à 1.300 m. environ au sud des sources. L'anticlinal du Bois du Tartre, rectifié par M. Le Couppey de La Forest, n'en serait qu'à 3.700 m.

Mais la longueur du bassin d'alimentation, à l'est d'Artonges, atteint au moins 5 kilomètres jusqu'à la vallée de Verdon, au fond de laquelle on ne trouve de bancs calcaires siliceux qu'à l'aval de Margny (pierre à meules rapportée

par M. Janet au calcaire de Champigny supérieur). Le sommet de l'étage bartonien a été reconnu, sous les marnes ludiennes, dans un puits de recherches P (dit de la Haute-Foy), vers la cote 175 m. au lieu de 135 m. près des sources de la Dhuis. Le bétoire de La Noue-Mangeard (2 kilomètres à l'ouest d'Artonges) communique encore avec l'origine de la dérivation, mais faiblement : ses eaux vont surtout aux sources de Champie, au-dessous de Montgrimont. La surface du bassin qui alimente les sources de la Dhuis ne dépasserait donc pas sensiblement 3 kil. 7 × 7 kil., soit environ 26 kilomètres carrés. Ces sources débitent 19.000 mètres cubes par jour (exactement 18.775 mètres cubes, moyenne de dix années) : en multipliant par 365 et divisant par le nombre de mètres carrés du bassin, on trouve 0 m. 26 d'eau pluviale infiltrée par an. C'est presque la moitié de la moyenne pluviométrique constatée dans la région : la proportion serait donc trop forte, et cela donne à penser que la surface absorbante doit être plus étendue, surtout vers l'ouest. La remarque déjà faite sur le rôle que joue la nature plus ou moins compacte des calcaires perméables dans la répartition des eaux souterraines, malgré les pentes limitées par les axes anticlinaux et synclinaux, trouverait ici son application.

Les plateaux au nord du synclinal peuvent contribuer à l'alimentation des sources : toutefois, on doit observer que l'infiltration des eaux de pluie ne peut se faire facilement que sur les flancs des vallées : ce sont, en effet, les seuls points où la couverture d'argile verte imperméable a disparu. Cependant il y a lieu de faire observer que la grande déclivité superficielle du sol favorise le ruissellement et diminue par suite la pénétration des eaux dans le sol. En outre, ces plateaux sont drainés par des vallées profondes, probablement susceptibles d'offrir aux pluies absorbées une issue plus facile que le fond même de la cuvette synclinale.

La forêt de Rouges-Fosses, au nord de Montmirail, marque donc bien à peu près le centre de la région dont les pluies alimentent le réservoir souterrain des sources de la Dhuis. Mais cette région doit être beaucoup plus étendue de l'est à l'ouest que du nord au sud.

Séance du 17 Février 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. **Dupin,** Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Aurillac, présenté par MM. E.-A. Martel et L. de Launay.

Deux nouveaux membres sont présentés.

M. **Léon Bertrand** présente à la Société un exemplaire d'une note des C.-R. de l'Académie des Sciences (séance du 23 décembre 1900), publiée en collaboration avec M. **Mengel** et relative au synclinal de terrains secondaires et tertiaires d'Amélie-les-Bains. Ce synclinal n'est pas simple, comme l'indiquaient les descriptions antérieures, mais affecté de plissements importants.

M. **Maurice Lugeon** fait une communication sur les *grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses* [1]. Il cherche à démontrer que de l'Arve au Rhin, et plus loin encore jusque dans la région de Salzbourg au moins, le front nord de la chaîne des Alpes est formé par des nappes de recouvrement empilées les unes sur les autres. Le vrai front nord autochtone est inconnu. Toutes ces nappes ont été poussées vers le nord.

Il y a deux séries de nappes : nappes à racines externes et nappes à racines internes.

Les nappes à racines externes comprennent toutes les chaînes à faciès helvétique. Dans les Hautes Alpes bernoises on distingue trois nappes superposées, qui sont la nappe de Morcles, la plus profonde, la nappe des Diablerets et la nappe du Mont Gond-Wildhorn. Sur cette dernière apparaît encore au Wildstrubel la nappe de l'écaille la plus inférieure de la zone interne des Préalpes. Soit en tout quatre nappes. En ajoutant les autres nappes des Préalpes on en obtient huit au moins qui étaient primitivement superposées.

Dans les Alpes de la Suisse orientale le même phénomène se

1. Communication insérée in-extenso dans le Bulletin [(4), I, pp. 677 et suiv., Réunion extraordinaire de la Société géologique dans le Chablais, en 1901].

présente. M. Lugeon admet l'hypothèse du pli unique de Glaris proposée par M. Marcel Bertrand, et donne, en faveur de cette hypothèse, une série de preuves péremptoires. Il réfute l'hypothèse de la *Glarner Bogenfalte*. On distingue alors dans cette région les nappes suivantes :

1° Nappe inférieure de Glaris dont le pli frontal forme les chaînes qui du Mattstock s'étendent par le Wageten, le Pilate jusqu'au Beatenberg ;

2° Nappe moyenne formant le pli supérieur du Glärnisch et les Silbern ;

3° Nappes supérieures dont les plis frontaux sont si caractéristiques dans les montagnes au nord du Kloenthal. Ces plis frontaux forment les Churfirsten et le Sentis.

Ainsi *aucune* des chaînes à faciès helvétique ne possède de racine en profondeur.

Les nappes à racines internes comprennent les Préalpes médianes et la Région de la Brèche. M. Lugeon démontre que les premières se retrouvent dans le Falknis où partout les plis sont déversés vers le nord ou le nord-ouest et non vers le sud-est comme le désire M. Lorenz. Or la coupure du Rhin, plus profonde que celle du Rhône, *montre partout le Flysch sous le Falknis*. Ainsi l'on trouve la preuve *absolue* de l'absence de racine sous les Préalpes médianes. La nappe du Rhaeticon représente tectoniquement la région de la Brèche du Chablais. La racine des nappes du Falknis et du Rhaeticon doit être recherchée à environ 70 kilomètres en arrière. Cette dernière nappe comprend les massifs cristallins de la Silvrettra et les régions granitiques du Piz Err. La racine des Préalpes médianes est ainsi à rechercher sur le massif tessinois au nord ou dans la zone des amphibolites d'Ivrée.

Le phénomène qui a créé ces grands plis couchés des Alpes à faciès helvétique est le même que celui qui a créé les nappes préalpines. Il est dû à la force tangentielle et s'est exercé en profondeur. On ne saurait admettre la formation du Flysch par le mécanisme des nappes.

M. Lugeon rend hommage aux travaux stratigraphiques de M. Haug qui lui ont été d'un grand secours.

Une considération générale peut être tirée de cet essai de synthèse : plus une nappe est élevée dans la série des nappes plus sa racine est interne et plus elle cherche à se développer en surface. Les nappes à racines les plus internes sont celles qui occupent ou occupaient, avant leur destruction par l'érosion, le front de la chaîne.

M. E. **Haug** remercie, au nom de la Société, M. Lugeon d'avoir bien voulu réserver pour le Bulletin le mémoire détaillé renfermant la grandiose synthèse dont on vient d'entendre le magistral exposé. En son nom personnel il ajoute les observations suivantes :

Dans la séance du 18 février 1884, par conséquent il y a, à un jour près, exactement 18 ans, M. Marcel Bertrand faisait ici même une communication mémorable, dans laquelle, à l'hypothèse du double pli glaronais, était substituée celle d'un pli unique et dans laquelle la zone des Préalpes était considérée pour la première fois comme une nappe de recouvrement venue du sud. Ce n'est que près de dix ans plus tard que ces idées directrices furent reprises par plusieurs auteurs et ce n'est qu'aujourd'hui que la théorie dont le plan avait été ébauché par M. Marcel Bertrand peut être considérée comme un édifice achevé, au moins dans le gros œuvre. Pour la première fois elle se présente étayée sur des arguments irréfutables. Des observations faites dans d'autres parties des Alpes ont préparé la voie à la conception de nappes superposées, s'escaladant pour ainsi dire les unes les autres. Ce sont d'abord celles de MM. Bertrand et Ritter dans la région du Mont Joly, ce sont celles que M. Kilian et moi avons faites dans l'Ubaye et dans les environs de Guillestre. Les nappes superposées, dont M. Lugeon et moi avons reconnu l'existence autour de Sulens, reproduisent en petit les mêmes phénomènes. Les « nappes de charriage » décrites par M. Termier, dans le Briançonnais, s'encadrent également dans cet ensemble de faits. Pour les Alpes suisses on n'est plus en présence d'une théorie des « régions exotiques » basée sur des arguments stratigraphiques dont il était facile de montrer le néant et l'hypothèse de masses s'écoulant sur le fond de la mer qui déposait le Flysch est aujourd'hui abandonnée par un de ses plus chauds partisans. Au contraire, nous nous trouvons maintenant, grâce à M. Lugeon, en possession d'un schéma général, basé sur des coupes d'une vérité indiscutable, en harmonie complète avec des faits observés ailleurs et qui rend compte de nombreuses anomalies qu'auparavant il était impossible d'interpréter. Puisqu'il ne s'agit plus de faire des Préalpes une région anormale, exotique, mais qu'elles rentrent dans la loi générale, je n'éprouve aucune difficulté à donner mon adhésion complète aux résultats de la brillante synthèse de M. Lugeon. Je suis heureux de voir subsister quelques-uns des faits sur lesquels j'avais le premier attiré l'attention, tels que la plongée des plis de Morcles sous le pli couché des Diablerets, et je remercie mon collègue et ami de Lausanne de les avoir mis en pleine lumière.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE

DES

ENVIRONS DE BIARRITZ, BIDART ET BAYONNE

par M. Léon BERTRAND

(Planche I).

La falaise de Biarritz a été l'objet de nombreuses études et M. Carez, dans l'un des travaux les plus récents sur ce point [1], a pu dire avec raison qu'il y a eu à peu près autant d'interprétations diverses que d'auteurs différents; la région située au voisinage, dans l'intérieur des terres, aux abords du lac de Mouriscot, a aussi été récemment l'objet d'une polémique entre MM. Bergeron et Stuart-Menteath [2]. Par suite, cette région si étudiée nous a paru, à M. Michel-Lévy et à moi, pouvoir fournir encore des faits nouveaux, principalement au point de vue tectonique, et nous avons déjà donné quelques renseignements à cet égard, dans une note sur certains contacts anormaux dans la région sous-pyrénéenne occidentale [3]. J'ai eu l'occasion de retourner récemment à diverses reprises dans cette région et de refaire une étude détaillée des accidents tectoniques si complexes qui s'y rencontrent, en profitant pour les environs du lac de Mouriscot de la parfaite connaissance des lieux que possède M. Mouly, directeur de la Compagnie des salines et thermes salins de Briscous-Biarritz, qui s'est mis à ma disposition avec la plus grande obligeance et à qui je suis heureux d'adresser mes remerciements.

Mes récentes observations m'ont confirmé dans l'hypothèse que nous avions émise, M. Michel-Lévy et moi, sur la nature des accidents tectoniques en ce point. Il s'agit bien d'écailles ou de nappes charriées superposées, présentant des étirements très variables des couches. J'ai pu, en outre, suivre les accidents de la falaise à l'intérieur des terres plus loin que le lac de Mouriscot, avec autant

1. Carez. Coupe des falaises de Biarritz et Bidart. *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 392.

2. Bergeron. Observations faites sur le bord méridional du lac de Mouriscot, *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 22. — Stuart-Menteath. Sur la coupe du lac de Mouriscot, près Biarritz, *Id.*, p. 614.

3. *C. R. Ac. Sc.*, Séance du 25 juin 1900.

de précision que le comporte la monotone couverture de sables des Landes, et retrouver un certain nombre d'affleurements des argiles bariolées gypsifères et salifères, que je considère comme triasiques et qui sont très importantes pour le jalonnement de ces accidents [1]. La conclusion la plus importante de cette étude est qu'il existe là deux bandes de Trias, c'est-à-dire deux accidents successifs, tous deux visibles d'ailleurs dans la falaise.

Falaise de Sacchino. — Dans ce point bien connu, situé au-dessous du château de la reine Nathalie de Serbie (cette falaise a été souvent citée sous le nom assez impropre de *falaise de Caseville*), il existe une première bande d'argiles bariolées avec bancs de gypse, qui est connue depuis longtemps et qu'on s'accorde maintenant à peu près unanimement à considérer comme triasique. Ces argiles (fig. 1) se montrent superposées aux calcaires blancs

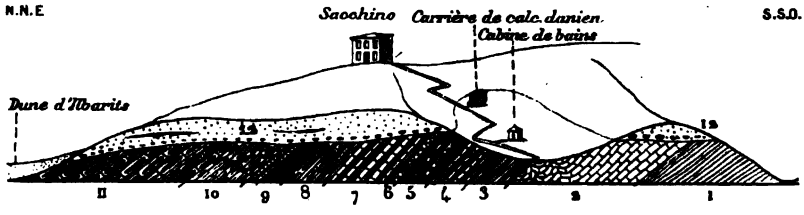


Fig. 1. — Coupe de la falaise de Sacchino.

1, Marnes sénoniennes de Bidart; 2, Calcaire blanc et rosé du Danien; 3, Marnes grises; 4, Calcaire blanc et marnes grises; 5, Argiles rouges triasiques avec bancs de gypse; 6, Brèche de friction; 7, Marnes noires avec calcaire marneux à Orbitolines; 8, Calcaires à silex et marnes grises; 9, Argiles rouges et vertes, alternant au sommet avec quelques bancs calcaires; 10, Marnes grises; 11, comme 8; 12, Sables des Landes.

et rosés du Danien, plongeant vers le nord et froissés à leur partie supérieure, par l'intermédiaire de marnes grises alternant vers le haut avec des bancs calcaires blancs (peut-être du Sénonien ou du Danien inférieur); il existe nettement une surface de chevauchement entre ces marnes et les calcaires daniens froissés, et les couches intercalées entre les calcaires daniens et le Trias doivent

1. Plusieurs de ces affleurements m'ont été signalés par M. Cazaux, potier à la Négresse, qui avait constaté que ces argiles, très plastiques et en apparence excellentes pour la poterie comme les argiles de lavage situées en divers points dans le sable des Landes, sont au contraire inutilisables, car elles éclatent à la cuisson, probablement à cause de leur teneur, pourtant très faible, en gypse et sel gemme.

constituer soit un flanc renversé, soit plutôt une lame de charriage, ou un petit lambeau de poussée formé sous la dépendance du grand accident qui amène le Trias en ce point.

La bande triasique est recouverte, avec interposition d'une brèche de friction, par des calcaires marneux à Orbitolines en bancs mamelonnés alternant avec des marnes noires, surmontés par les calcaires à silex avec intercalations de marnes grises, caractéristiques du Cénomanien de la région. Au milieu de cette série cénomanienne, qui va disparaître au nord sous les dunes d'Ilbarrits, s'intercale, en concordance, une autre série d'argiles rouges et vertes, assez semblables aux précédentes, mais sans bancs de gypse visibles; cependant un essai chimique montre qu'elles renferment en petite quantité des chlorures et des sulfates solubles, même dans la zone d'affleurement lavée par les eaux superficielles. D'autre part, ces argiles alternent, au sommet, avec quelques bancs calcaires minces très analogues à ceux qui, en beaucoup de régions triasiques classiques, se rencontrent à la limite du Trias et du Rhétien. Ces argiles, qui montrent à leur base quelques feuillets noirs charbonneux, me semblent bien être triasiques; M. Michel-Lévy, avec qui j'ai visité cette falaise en 1900, a aussi été de cet avis, ainsi que M. Mouly, dont la compétence pour les argiles salifères de la région est incontestable. Nous verrons, d'ailleurs, plus loin que, de part et d'autre du point considéré ici, il existe deux bandes de terrains triasiques.

Falaise de Handia et du Moulin de Larralde. — Remontons maintenant vers le nord-est en suivant la plage; après un trajet de 500 mètres environ, où les dunes d'Ilbarrits cachent la continuité des couches, nous arrivons à la falaise de Handia. Celle-ci débutait, l'an dernier encore, par une arcade aujourd'hui détruite, formée de calcaires marneux riches en fossiles, dont les plus caractéristiques sont *Nummulites biarritzensis (N. contorta)* et de *nombreuses Orbitoïdes* dans certains bancs ; ces calcaires forment là la base de la falaise, sous les sables des Landes : mais en avançant vers le nord-est, on les voit passer insensiblement, à leur partie supérieure, aux marnes bleues à *Serpula spirulæa* de la Côte des Basques, qui alternent à leur base avec des bancs du calcaire précédent. Ces calcaires marneux à *Numm. biarritzensis* reposent sur les calcaires à *Numm. perforata* (*aturica*), déjà visibles en mer dans les rochers les plus éloignés de la côte qui découvrent à basse mer ; ils doivent représenter la base du Priabonien et se relient très intimement aux marnes bleues supérieures. Il est à remarquer

que ces bancs calcaires viennent du sud-ouest avec plongement au sud-est, et par suite, dans la portion de la côte masquée par les dunes d'Ilbarrits, il doit y avoir un étirement notable ; car ces couches nummulitiques doivent rentrer dans la côte sous la dune après une déviation marquée de leur direction, et il ne semble pas qu'il reste une place suffisante pour le Danien et le Sénonien qui devaient aussi reposer sur le Cénomanien plongeant vers l'est à l'extrémité nord de la falaise de Sacchino.

Vers l'extrémité nord de la falaise de Handia, les marnes à *Serpula spirulæa*, qui avaient apparu au-dessus des calcaires marneux à *N. biarritzensis* sous la couverture de sables des Landes, atteignent à peu près le niveau de la mer. Le plongement de toutes ces couches nummulitiques se fait là vers l'E.S.E., c'est-à-dire perpendiculairement à la direction de la falaise, et la direction de ces couches est parallèle à celle-ci; elle a donc subi, par rapport à celle des couches triasiques de Sacchino, une torsion d'environ 120° sur laquelle M. Michel-Lévy et moi avons déjà insisté dans la note citée plus haut. Dans ces conditions, on conçoit que *la vue de la falaise, souvent donnée comme coupe géologique*, n'ait en ce point aucune signification tectonique, car les ondulations des couches dans la falaise ne résultent pas de la présence d'anticlinaux et de synclinaux, mais seulement de petites ondulations *en plan* de la direction des couches ou du pied de la falaise.

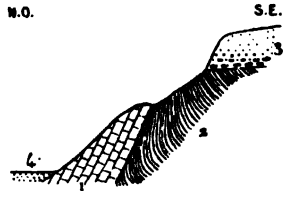


Fig. 2. — Coupe perpendiculaire à la falaise prise à un petit promontoire situé un peu au nord des cuisines du baron de l'Espée.

1, Calcaires à *N. perforata*; 2, Marnes à *Serpula spirulæa*; 3, Sables des Landes; 4, Sable de la plage.

Dépassant le ruisseau du moulin de Larralde, aussi désigné sur la Carte de l'État-Major sous le nom de Mouligna, puis une petite région de dunes, on arrive à un kiosque et aux cuisines du château du baron de l'Espée, situées au bord de la plage, tandis que le château se dresse sur la colline de Handia, à 60 mètres d'altitude. En ce point, ce n'est plus seulement l'examen de la falaise qui est instructif, mais surtout celui des nombreux rochers qui pointent à travers le sable de la plage et dont M. Carez a déjà donné un croquis schématique [1]. J'ai relevé un croquis plus détaillé de ces rochers, que je reproduis ici (Pl. I) et d'où il résulte

1. Carez, *Loc. cit.*, pl. XX.

que les calcaires blancs, durs et subcristallins à *Numm. perforata* arrivent jusqu'au pied de la falaise au point même où se trouvent les cuisines, ainsi qu'à un petit promontoire situé à 200 mètres environ plus au nord; on peut y observer que les marnes bleues à *Serpula spirulæa* se redressent fortement, presque à la verticale, et que le calcaire à *Numm. perforata* s'appuie directement et légèrement renversé vers le sud-est, sur ces marnes, sans intercalation des calcaires marneux à *Numm. biarritzensis* (fig: 2); la disparition par étirement de ces couches montre qu'il y a là un accident parallèle au rivage.

Cet accident est d'ailleurs bien plus nettement mis en évidence par l'apparition d'une bande *d'argiles rouges avec bancs de gypse* (fig. 3) qui percent le sable au pied du bâtiment des cuisines

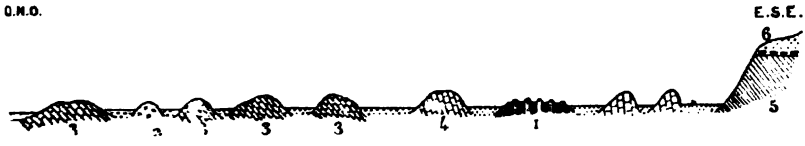


Fig. 3. -- Coupe perpendiculaire à la falaise passant au pied du bâtiment des cuisines du baron de l'Espée, du côté nord.

1, Argiles triasiques avec bancs de gypse; 2, Ophite; 3, Calcaires et dolomies à dipyre et quartz; 4, Calcaires à *N. perforata*; 5, Marnes bleues à *Serpula spirulæa*; 6, Sables des Landes.

et qui sont absolument identiques à celles de la falaise de Sacchino, dans laquelle elles doivent correspondre à la bande septentrionale, sans gypse. Cette bande de Trias présente la particularité très importante d'*être bordée, de part et d'autre, par les calcaires à N. perforata*, qui percent le sable des deux côtés de ces argiles en plusieurs points situés à quelques mètres; elle est dirigée parallèlement à la falaise et les bancs de gypse y sont sensiblement verticaux. Nous avons donc là la prolongation de la lame supérieure de Trias de la falaise de Sacchino; mais sa direction a subi la même déviation que pour les couches nummulitiques, et elle est fortement redressée, presque à la verticale. D'autre part, il est important de constater qu'au lieu d'être intercalée dans les calcaires à silex du Cénomanien, elle se trouve ici au milieu des calcaires à *N. perforata*; en admettant, avec M. Stuart-Menteath, que ces argiles bariolées gypsifères ne sont pas triasiques, mais bien interstratifiées régulièrement là où on les trouve, dans une série continue de couches, on serait forcément amené à leur attribuer deux âges très différents en deux points très voisins.

D'autre part, en traversant la bande de rochers calcaires à *N. perforata* située à l'ouest de cet affleurement de Trias, on arrive aux rochers de calcaires dolomitiques et cristallins avec cristaux de dipyre et longues aiguilles de quartz, signalés depuis longtemps et qui sont indiqués sur le croquis de M. Carez, avec les deux pointements d'ophite qu'il a aussi figurés [1]. Je crois que l'attribution de ces calcaires au Jurassique inférieur ou au Trias métamorphiques peut être admise, et on aurait là, par suite, la prolongation du second accident de Sacchino, mais la série secondaire inférieure y est beaucoup moins laminée, d'autant qu'on ne connaît pas sa largeur totale en ce point; cet accident a suivi le précédent dans son mouvement de torsion et l'accompagne à la même distance. La continuité est d'ailleurs jalonnée au large de la falaise de Handia par des rochers nettement différents de ceux de calcaires nummulitiques, mais inaccessibles, même à mer basse.

Côte des Basques. — En continuant vers Biarritz, la direction des couches s'infléchit vers le N., puis vers le N.N.O., en s'écartant du rivage; les calcaires marneux à *N. biarritzensis* se revoient, formant après la traversée du ruisseau de Chabiague les rochers de la Goureppe, visibles à mer basse; ils s'y dirigent vers le N. 10° O., avec un plongement vers l'E. 10° N. qui les enfonce régulièrement sous les marnes bleues à *Serpula spirulæa*, visibles de nouveau dans la falaise après la villa Marbella et qui se poursuivent sans interruption tout le long de la Côte des Basques, où elles prennent une direction N.O.-S.E. et même O.N.O.-E.S.E., comme les couches gréseuses des rochers de Biarritz à *Numm. intermedia, vasca* et *Bouillei* et à *Eupatagus ornatus*. Il existe d'ailleurs nettement, à l'extrémité nord de la Côte des Basques, une petite faille parallèle à cette côte; les marnes à *Serpula spirulæa* se voient juxtaposées aux grès à *N. intermedia*. Mais cette faille, de peu d'importance, ne se retrouve pas au nord du promontoire, sur la falaise du port des Pêcheurs, ou du moins n'y est pas visible au milieu des couches gréseuses.

Falaise au sud de Sacchino. Carrière de Danien de Bidart. — Revenant maintenant à notre point de départ, nous allons voir que le substratum des deux nappes triasiques ne participe pas au brusque mouvement de torsion qui affecte les deux surfaces de chevauchement. Le calcaire blanc et rosé du Danien arrive à la

1. Dans l'affleurement le plus méridional la roche est à grain fin et homogène, tandis que celle du rocher situé au nord montre à l'œil nu de grandes plages de pyroxène ouralitisé.

falaise de l'intérieur des terres, avec une direction sensiblement E. 10° N. et un plongement vers le N. 10° O.; il est bien visible dans d'anciennes carrières situées derrière le château de Sacchino, qui vont être exploitées de nouveau pour remplacer celle du four à chaux de Bidart, à peu près complètement épuisée. Le calcaire danien et les marnes calcaires de Bidart, du Sénonien supérieur, loin de se diriger vers le nord comme les couches précédentes, présentent, au contraire, une large inflexion vers le sud, puis de nouveau vers le sud-ouest; ces deux inflexions en *S*, *en plan*, se traduisent *dans la vue de la falaise*, par une apparence d'anticlinal et de synclinal, avec quelques petites cassures insignifiantes qu'on ne peut qualifier de failles. Cette double inflexion se voit admirablement dans la disposition des bancs durs qui émergent à basse mer (Pl. I).

Le lambeau de calcaire danien de la carrière du four à chaux de Bidart, connu depuis longtemps, mais qui ne sera plus qu'à l'état de souvenir dans un avenir prochain, correspond à la seconde inflexion des couches sénoniennes. Cette carrière montre plusieurs particularités intéressantes; tout d'abord, le contact du Danien avec les marnes sénoniennes a lieu, vers l'est, c'est-à-dire dans le fond de la carrière, par l'intermédiaire d'un glissement le long d'une faille dirigée du nord-est au sud-ouest, plongeant à 45° environ vers le nord-ouest; la surface des marnes y est absolument polie et ces marnes ont pris des teintes rouges et verdâtres très voisines de celles du Trias. C'est grâce à cette faille, qui se revoit dans la falaise, que le lambeau de Danien avait été préservé de l'érosion antérieure au dépôt du sable des Landes; celle-ci avait atteint le Sénonien dans tous les points voisins de la bordure du cirque qui se trouve au nord de la carrière.

D'autre part, dans cette même carrière, il existe à la base du sable des Landes une argile très plastique reposant sur les couches crétacées supérieures, et qui a un aspect identique à celui de l'argile du Trias, les mêmes colorations et aussi le caractère d'éclater à la cuisson. Bien qu'il puisse rester un point de doute sur cette assimilation, il me paraît possible et même probable qu'il existe là un témoin très peu étendu de la nappe inférieure de la falaise de Sacchino, à 1 kil. environ de distance de celle-ci.

Je laisse de côté la prolongation de la falaise vers Bidart, avec ses couches cénomaniennes s'enfonçant sous le Sénonien, car je n'ai rien à ajouter aux faits déjà connus, et je vais suivre maintenant dans l'intérieur des terres la prolongation des accidents reconnus dans la falaise.

Prolongation des contacts anormaux à l'est de la côte. — Pour cette région, nous avions déjà les renseignements fournis par les notes de MM. Bergeron et Stuart-Menteath. Grâce à un examen très minutieux des ravins qui traversent l'épaisse couverture de sable des Landes et surtout du bord sud de la grande dépression du lac de Mouriscot, j'ai pu y jalonner nettement les deux bandes d'argiles de la falaise et étudier en divers points leurs contacts.

Le premier point où j'aie pu observer le substratum du sable des Landes est le *ravin de Behereco*, situé au sud-est du hameau d'Ilbarrits et qui coule du sud-ouest au nord-est. Vers le fond du ravin, M. Mouly et moi avons trouvé, au-dessous du sable des Landes, des argiles très plastiques, auxquelles succèdent, au nord, le calcaire danien, puis une nouvelleban de d'argiles, à laquelle font suite des marnes sénoniennes et enfin, après une certaine interruption, les marnes bleues à *Serpul aspirulæa*, exploitées dans trois carrières sur la rive droite du ravin et qui montrent quelques bancs à Orbitoïdes (*Orb. submedia*). Si l'on compare cette coupe avec celle de la falaise, on voit qu'entre les deux bandes d'argiles, que je pense être triasiques, ce n'est plus le Cénomanien qui se rencontre comme à Sacchino, mais le Danien; nous retrouverons le même fait au lac de Mouriscot et c'est une nouvelle preuve de la variabilité très grande des couches conservées dans ces nappes, surtout dans le cas de cette écaille inférieure, sur laquelle en a chevauché une autre et qui a été soumise à un étirement considerable. D'autre part, la nappe charriée supérieure a aussi une constitution différente de celle qu'elle avait dans la falaise, puisqu'elle débute par le Sénonien, et il semble bien que les couches intermédiaires entre ce Sénonien et le Priabonien fassent défaut ou soient extrêmement réduites.

Un peu à l'est, au sud de la grande route de Bayonne à Bidart, sur le flanc d'un coteau qui descend à la ligne du chemin de fer, une fouille faite par M. Cazaux nous a montré, au-dessous d'une argile grise située à la base du sable des Landes, une autre argile rouge et verte, de faciès nettement triasique, et qui, à l'analyse, se montre d'ailleurs gypsifère et salifère. Il est probable que c'est la prolongation de la bande la plus méridionale, c'est-à-dire du Trias de la nappe inférieure; sur la carte, elle se montre exactement dans le prolongement de celle-ci, dans le ravin de Behereco, situé à très peu de distance de l'autre côté de la grande route.

Nous arrivons maintenant, au nord-est, au bord du lac de Mouriscot, en passant par le tunnel du chemin de fer, dans les travaux duquel on a traversé les calcaires daniens et aussi les argiles

bariolées. Vers la tête nord du tunnel, en descendant au fond de la grande dépression à fond plat occupée en partie par le lac et en partie par des prairies tourbeuses reposant sur les marnes bleues à *Serpula spirulæa*, se trouve la petite carrière de calcaire danien citée par M. Bergeron. Je ne puis adopter la coupe de mon aimable confrère pour ce point, relativement aux relations du Trias avec les terrains qui le bordent. Le Danien s'enfonce bien au sud-est du côté de la voie du chemin de fer, mais il forme une voûte anticlinale et s'enfonce aussi du côté nord-ouest sous les argiles triasiques par une pente très forte (fig. 4); M. Stuart-Menteath avait déjà indiqué cette disposition et s'était d'ailleurs basé sur ce fait pour admettre que ces argiles sont post-daniennes.

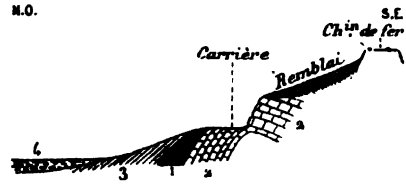


Fig. 4. — Coupe prise à la petite carrière de calcaire danien située au sud-ouest du lac de Mouriscot.

1, Trias ; 2, Calcaire danien ; 3, Marnes bleues à *Serpula spirulæa* ; 4, Tourbe et alluvions.

D'autre part, du côté nord-ouest, ces argiles triasiques, très peu épaisses (50 centim. environ), sont immédiatement recouvertes par les marnes à *Serpula spirulæa*, qui forment tout le fond du lac et se relient indiscutablement à celles des marnières du flanc droit du ravin de Behereco. Je n'ai pu retrouver les bancs de calcaires à silex cénomaniens qu'indique en ce point M. Bergeron et une tranchée fraîche que j'ai fait faire m'a montré très nettement les deux faits cités plus haut : *superposition du Trias au Danien et des marnes à* Serpula spirulæa *au Trias*. Ce Trias est certainement celui de la nappe supérieure et, en ce point comme dans le ravin de Behereco, il repose sur le Danien, qui se montre donc dans la nappe inférieure; d'autre part, l'étirement de la nappe supérieure est poussé au maximum, puisque toutes les couches intermédiaires entre le Trias et le Priabonien font défaut.

Cette coupe très instructive nous montre aussi que les nappes charriées présentent des plissements secondaires, puisque le Danien forme un anticlinal très accentué. Mais elle ne nous montre pas le substratum de ce Danien, c'est-à-dire la composition complète de la nappe inférieure. Il est d'ailleurs heureusement un fait qui m'a permis de combler cette lacune : en suivant la direction des couches vers le nord-est, qui nous amène au bord sud du lac, on se trouve, après un trajet d'environ 300 m., sur l'emplacement d'un sondage

fait l'an dernier et dont la coupe est fort intéressante. Ce sondage (fig. 5) a été fait sur la rive même du lac et, à 15 m. environ vers le sud-est, affleurent les calcaires daniens en continuité avec ceux de la carrière précédente. Après avoir traversé la tourbe et les graviers du fond lacustre, on a rencontré une argile grise, qui s'est montrée salifère à l'analyse [1] et qui reposait sur des calcaires marneux, puis sur les calcaires blancs et rosés du Danien; ceux-ci ont été atteints à 13 m. 55 de profondeur et ils plongent par suite d'environ 45° vers le nord-ouest. Le sondage, qui est resté dans ces calcaires jusqu'à 58 m., est retombé ensuite dans des argiles et marnes bariolées, brunes, verdâtres, bleutées, aussi gypsifères et salifères, d'après des essais faits par M. Chudeau, et on s'est arrêté dans ces argiles à 104 m. 65 de profondeur. La conclusion qui me paraît résulter de ce sondage est la suivante : la nappe inférieure se compose là du calcaire danien compris entre deux Trias, comme dans le ravin de Behereco. L'ondulation du calcaire danien constatée dans la petite carrière voisine fait enfoncer la nappe triasique inférieure, qui n'affleure pas en arrière de l'autre avant d'arriver à la couverture de sables des Landes ou plutôt au grand remblai du chemin de fer qui masque les couches et en arrière duquel on trouve les marnes sénoniennes, dont les relations avec les couches précédentes ne sont pas nettes [2].

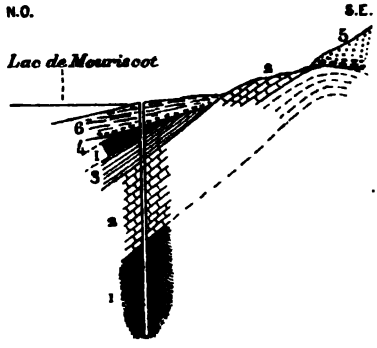


Fig. 5. — Coupe d'un sondage récent au bord sud du lac de Mouriscot.

1, Argiles et marnes bariolées, gypsifères et salifères; 2, Calcaire danien; 3, Calcaire marneux (?); 4, Marnes à *Serpula spirulæa*; 5, Sable des Landes; 6, Alluvions et tourbe.

Vers l'extrémité nord-est du lac de Mouriscot, entre le calcaire danien et les marnes à *Serpula spirulæa* (peut-être avec un peu de calcaire nummulitique à la base) dans lesquelles a été foncé le

1. Cette teinte grise est presque aussi fréquente que les teintes vives dans les grands affleurements d'argiles salifères où sont situées les importantes salines de la région de Bayonne.

2. Ces marnes, visibles dans la tranchée du chemin de fer en face du disque, me semblent se trouver là à la base de la nappe charriée supérieure, comme dans le ravin de Behereco.

puits artésien de la Négresse, qui sert à l'alimentation de Biarritz, j'ai vu affleurer des argiles grisâtres situées au niveau même du lac et qui, malgré le lavage produit par les eaux du lac et par celles d'une source voisine, ont encore montré des traces de sel à l'analyse. La bande triasique supérieure, après avoir cheminé au bord du lac et même sous ses eaux le long de la rive sud, ressort donc là pour se diriger vers l'E.N.E., en s'enfonçant sous le sable des Landes. On perd sa trace pendant 3 kil. environ, puis on la retrouve au-delà de l'extrémité de l'étang de Brindos, situé dans une dépression très analogue à celle du lac de Mouriscot et dans le prolongement de celle-ci; c'est un peu au sud du château de Monléon (auprès duquel se trouve une carrière d'ophite signalée par M. Seunes), sur le chemin qui conduit à Arcangues et à Bassussary, un peu au nord de la ligne du chemin de fer, qu'on retrouve ces argiles [1]. Le massif d'ophite se poursuit vers l'est et un autre affleurement de Trias, situé exactement dans le prolongement de la bande précédente, a été signalé par M. Seunes à la ferme de Labordette (ou de Bourdotte); j'ai constaté en ce point la présence d'argiles bariolées bien typiques et il y a eu là autrefois, d'après M. Seunes, une exploitation de gypse. Au nord de cet affleurement se rencontrent immédiatement les calcaires marneux à *N. biarritzensis*, puis les marnes bleues à *Serpula spirulæa*; l'étirement de toute la série secondaire persiste donc jusque-là.

Dans tout ce long trajet, je n'ai pas trouvé de traces de la nappe triasique inférieure, probablement cachée sous le sable des Landes; mais elle reparaît vraisemblablement à Bassussary, où le Trias est bien développé, avec une saline exploitée. Ces deux bandes doivent ensuite traverser la Nive pour se diriger vers Villefranque, où elles sont toutes deux accompagnées d'importantes masses d'ophite exploitées.

A Villefranque, il existe, en effet, deux larges bandes de Trias. Celle du nord correspond aux carrières d'ophite de Sainte-Marie et renferme la saline de Beherebarta ou de Villefranque; sa limite méridionale passe un peu au nord du château de Larralde sur le chemin des carrières, et l'on y voit les argiles bariolées en contact

1. Il est intéressant de constater que vers le point où cette bande triasique disparaît au bord du lac de Mouriscot sous le sable des Landes, celui ci montre des intercalations argileuses rouges, très analogues à l'argile triasique elle-même. A 1 kil. de là, après la gare de Biarritz, le long de la ligne du chemin de fer, se trouve une importante exploitation d'argile appartenant à la formation des Landes; cette argile est aussi très rouge et, fait intéressant à constater, cette carrière se trouve exactement sur le trajet que doit suivre la bande triasique pour arriver à l'affleurement en question.

avec des schistes crétacés supérieurs, qui plongent au nord sous ces argiles. Du côté nord, au voisinage de la saline, le Trias est encore en contact avec le Nummulitique, mais la limite coupe un peu obliquement la direction des couches éocènes; cette limite se dirige de la saline vers le sud-est, jusqu'à la route de Bayonne à Villefranque au bord de l'étang Poëlo, où se voit nettement le contact entre le Trias, au sud, et les calcaires nummulitiques, au nord. Il est probable que cette bande triasique change là de direction et suit la vallée du déversoir de l'étang et qu'on la retrouve sur la commune de Saint-Pierre-d'Irube, à la bifurcation de la route de Villefranque et de celle de Briscous. Il existe là un petit vallonnement couvert de prés, qui descend de la maison de M. Darmendraits directement au sud; une source située au-dessous de cette maison est trop salée pour pouvoir servir à l'alimentation, et quatre puits successifs, récemment creusés dans ce pré, à divers niveaux, ont immédiatement atteint les argiles bariolées avec bancs de gypse. Nous rencontrons donc là la trace d'une bande triasique importante, qui paraît bien être le prolongement de la nappe supérieure de la falaise de Bidart, jalonnée presque sans interruption entre ces deux points et ayant pris momentanément une direction sud-nord qui doit l'amener à l'Adour, à l'est de Saint-Pierre-d'Irube. J'ai cherché vainement à trouver ces argiles au nord de la croupe que suit la grande route; mais il y existe un vallon situé exactement dans le prolongement de celui qui, du côté sud, marque le passage de la bande que je viens de signaler.

La bande méridionale de Villefranque se retrouve sur la route de Bayonne à Villefranque immédiatement au pied sud du mamelon qui porte le château de Larralde, et elle s'étend transversalement jusqu'à la halte de Villefranque, avec ses argiles bariolées et d'importantes masses d'ophite. Elle se prolonge vraisemblablement par les salines d'Elissaberry (Petit-Mouguerre), de Harretchea, de Briscous et le puits de Gortiague, qui alimente la saline d'Urt; il existe dans cette bande un accident transversal au voisinage immédiat de Harretchea, mais je ne m'en occuperai pas en détail dans cette note.

Le seul fait que je veuille remarquer est le suivant : dans la région occidentale (falaise de Sacchino, lac de Mouriscot), le plongement des argiles triasiques et des couches encaissantes se fait assez régulièrement vers le nord ou le nord-ouest; à l'est de la Nive, au contraire, il n'existe plus la même régularité. C'est ce qu'on observe au voisinage de Briscous, pour les couches cénomaniennes qui plongent de part et d'autre de la bande triasique, vers le sud

du côté sud et vers le nord du côté nord (moulin de Souhy); il semble y avoir là une disposition anticlinale pour le Trias. A Villefranque. les couches cénomaniennes visibles au sud du Trias, sur la route d'Ustarits et un peu après la halte du chemin de fer, plongent au sud-est; en outre, dans l'intervalle entre les deux bandes triasiques, une tranchée du chemin de fer de Bayonne à Saint-Jean-Pied-de-Port située au-dessous du château de Larralde, montre avec la plus grande netteté que les calcaires à silex cénomaniens sont affectés de plis très aigus *et déversés vers le nord* (fig. 6).

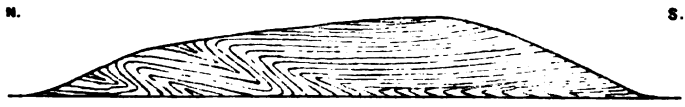


Fig. 6. — Coupe d'une tranchée de chemin de fer de Bayonne à Saint-Jean-Pied-de-Port, au-dessous du château de Larralde. — Plis dans les calcaires à silex cénomaniens entre les deux bandes triasiques de Villefranque.

Il y aurait là quelque chose de contradictoire avec le sens du chevauchement au voisinage de la mer, si l'on admet que les deux nappes sont des écailles imbriquées qui ont leurs racines très voisines de l'affleurement des bandes triasiques; en effet, dans cette hypothèse, le chevauchement aurait eu lieu vers le sud au voisinage de la côte et du lac de Mouriscot.

Par contre, l'allure très sinueuse des affleurements des nappes triasiques, leur complète indépendance de la disposition du substratum visible au voisinage de Bidart, les étirements très irréguliers dans les séries *normales* de couches superposées aux deux nappes triasiques, tous ces caractères s'expliquent très facilement dans l'hypothèse de *nappes charriées ayant leurs racines assez éloignées*. Quant au sens du chevauchement qui les aurait produites, les observations de M. Lugeon sur les nappes des Alpes suisses permettraient de le prévoir; les plis secondaires qui affectent ces nappes, déjà très dissymétriques dans le calcaire danien au lac de Mouriscot et fortement déversés vers le nord dans la tranchée de chemin de fer signalée plus haut à Villefranque, seraient des accidents corrélatifs de la formation de ces nappes et poussés dans le même sens. D'après cette observation, il faudra chercher vers le sud les racines de ces nappes, séparées par l'érosion des affleurements décrits dans cette note; si ceux-ci sont actuellement visibles, cela tient à un abaissement du niveau de ces nappes dans leur

région frontale sous-pyrénéenne, qui leur a permis d'échapper à l'érosion antérieure à la formation du sable des Landes.

Il reste encore à faire des études assez longues pour vérifier cette hypothèse et il sera certainement très instructif, à cet égard, de poursuivre vers l'est l'étude de ces bandes triasiques et de leurs contacts.

Note ajoutée pendant l'impression. — D'après des renseignements qui m'ont été fournis par M. Mouly depuis ma communication à la Société, il existerait sous la ville même de Biarritz, bâtie en majeure partie sur le sable des Landes, *un affleurement d'ophite* important, qu'on a trouvé en creusant les fondations de la halle de Biarritz (A du plan, Pl. I) et celles d'un immeuble situé tout à fait au voisinage, à l'angle de l'avenue Victor-Hugo et de la cité Brodequis (B du plan) ; pour ce dernier immeuble, on à dû renoncer à faire des caves parce que leur creusement dans l'ophite aurait coûté trop cher. Cette ophite, dont rien ne ferait soupçonner la présence s'il n'y avait eu ces travaux, serait donc superposée aux marnes à *Serpula spirulæa* ou aux grès à *N. intermedia* et *Eupatagus ornatus*, si l'on n'admet pas qu'elle ait traversé ces couches ou encore qu'elle n'existe là qu'à l'état remanié, ce qui paraît peu vraisemblable à cause de l'importance de cet affleurement. Elle indiquerait la présence d'un nouvel accident analogue à ceux qui ont été décrits plus haut et superposé à ceux-ci.

M. L. **Carez** fait remarquer que les partisans de l'âge triasique des argiles rouges de Caseville ont fait en M. Léon Bertrand une nouvelle et importante recrue.

Tout en se félicitant de l'accord qui existe sur le fait principal entre lui et son confrère et ami M. Léon Bertrand, il fait des réserves sur deux points de la communication qui vient d'être exposée.

En premier lieu, il n'a vu à Caseville qu'une seule bande pouvant être rapportée au Trias, et inclinerait à penser que la deuxième bande signalée serait une dépendance du Cénomanien ; pourtant les modifications sont si fréquentes dans ces falaises constamment battues par les vagues, que la coupe peut être maintenant différente de ce qu'elle était il y a six ans. L'existence de deux bandes de Trias n'est d'ailleurs pas plus difficile à expliquer que la présence d'une seule.

En second lieu, M. Carez pense que la continuité des affleurements de Caseville et de Chabiague est loin d'être démontrée.

Il lui paraît peu probable que la bande de Caseville qui se

continue depuis une assez grande distance, suivant une ligne sensiblement droite, modifie brusquement son allure, dès qu'elle disparaît sous les sables de la plage, et prenne une direction faisant un angle aigu avec la précédente pour dévier en sens inverse et non moins brusquement, avant les rochers de calcaires à *Nummulites perforata*.

Il croirait plutôt que l'affleurement de Chabiague fait partie d'une autre bande, dirigée approximativement est-ouest, et recouverte par le Nummulitique de la falaise.

OBSERVATIONS

SUR LES

DOLOMIES PERMIENNES DE ROBACHE (VOSGES)

par M. **G. DELÉPINE.**

J'ai fait dernièrement quelques excursions à Robache, dans la région de Saint-Dié-des-Vosges. Il s'y rencontre dans le Permien des bancs de dolomie qui ont été et sont encore l'objet d'une exploitation assez active entre Saint-Dié et Saint-Jean-d'Ormont. Ces bancs, notés par M. Vélain sur la feuille d'Épinal, alternent avec les grès du Permien et se montrent en relation avec des silex jaspoïdes. Je me suis appliqué à les étudier, tant sur le versant qui regarde Saint-Dié que sur le versant de Saint-Jean-d'Ormont (fig. 1).

Les dolomies alternent régulièrement avec les autres formations du Permien. Cette disposition, que montre la coupe reproduite ici (fig. 2), s'observe quand on suit la route qui passe par le col des Raids de Robache, entre deux sommets de Grès bigarré, la Bure et l'Ormont. En partant de Robache, on voit en effet, les dolomies se présenter d'abord en noyaux restreints ou en traînées, dont la couleur grise tranche sur les argilolithes ou les grès rouges; puis bientôt elles forment de véritables bancs. Les deux premiers (d_1, d_2) affleurent au bord sud d'un petit plateau qui porte le hameau des Raids et auquel la route accède en faisant un lacet. Sur cette plateforme, qui se relève jusqu'au sommet du col, le troisième banc (d_3) forme une légère éminence; le quatrième (d_4) a été entamé pour

recueillir l'eau d'une source, ce qui permet de le reconnaître sur une épaisseur de plus d'un mètre. Le cinquième et dernier de ces bancs est aussi le plus important et le seul qui soit exploité. Les galeries, creusées en pleine dolomie, ont généralement 1 m. 80 à 2 mètres de hauteur ; les trous par lesquels elles s'ouvrent se succèdent sur un parcours de plus de 400 mètres, d'abord au niveau même, puis un peu en contrebas du chemin, car celui-ci continue de s'élever jusqu'au sommet du col.

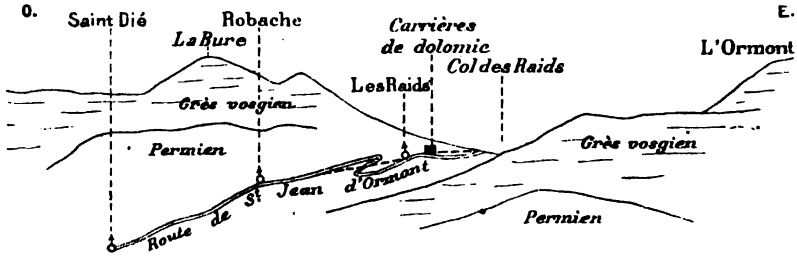


Fig. 1. — Versant sud du col des Raids de Robache. — Échelle 1/60.000.
═══ Route de Saint-Dié à Saint-Jean-d'Ormont.
---- Chemin de traverse.

En redescendant vers Saint-Jean, on retrouve plusieurs bancs nettements distincts, dont au moins le premier (fig. 2, d_6), voisin et très sensiblement de niveau avec le banc exploité, paraît n'être que le prolongement de ce dernier; il affleure le long d'un chemin de traverse qu'il rend pierreux pendant quelque temps. — Les derniers bancs d_7, d_8, d_9, sur le versant de Saint-Jean, sont moins importants.

Dans l'ensemble on constate donc :

1° Que les dolomies sont nettement interstratifiées aux grès et argilolithes du Permien;

2° L'épaisseur des bancs supérieurs est plus considérable que celle des bancs inférieurs; le fait est très net sur le versant sud [1].

Si l'on entre dans le détail, on fait les remarques suivantes :

1. La dolomie est intimement mêlée au grès rouge encaissant : il s'en trouve même des morceaux, dont toute la masse est très uniformément parsemée, menus débris roulés, feldspathiques ou siliceux. Parfois, de minces couches de grès déterminent une stratification dans l'épaisseur d'un banc.

1. Sur le versant nord le banc d_7 est noté sur la coupe comme très mince : il affleure au fond d'un tout petit ruisseau et on ne peut se rendre compte exactement de son épaisseur.

2. Souvent les dolomies sont caverneuses et présentent des géodes, qui sont en général allongées parallèlement à la surface des bancs. Au voisinage de ces géodes, la dolomie compacte passe insensiblement à la dolomie en petits et gros cristaux, ceux-ci tapissant les parois des cavités. Dans les géodes on trouve encore, et notamment dans le second banc (d_2), des cristaux de fluorine, du fer oligiste en lames cristallines, des cristaux de carbonate de chaux.

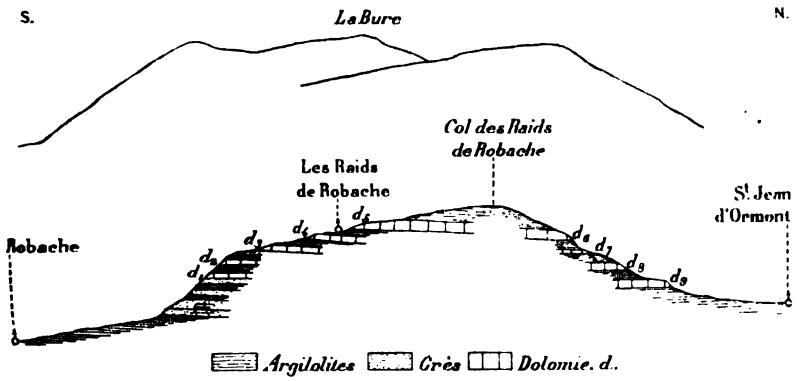


Fig. 2. — Coupe du col des Raids de Robache, sur la route de Saint-Dié à Saint-Jean-d'Ormont. — Échelle 1/20.000; hauteurs exagérées.

3. Le fait le plus remarquable, c'est la présence dans tous ces bancs de dolomie, de quartz colorés en rouge vif. Ces quartz jaspoïdes sont disposés en veines de même direction que les bancs de dolomie ou de grès rouge, et qui peuvent atteindre de cinq centimètres à cinquante centimètres et parfois davantage en longueur, — et une épaisseur variant d'un demi-centimètre à cinq et même sept centimètres. Souvent aussi on les trouve en rognons dont le centre n'est pas coloré et auxquels on donne le nom d'agates. — Surtout abondants dans les bancs d_2, d_3 et d_9, les quartz rouges y forment de véritables cordons étendus sur plusieurs dizaines de mètres; tant qu'on marche au niveau du banc d_3, le sol en est parsemé à droite et à gauche du chemin; ils semblent moins abondants au niveau de la dolomie exploitée. — Un examen attentif de ces quartz rouges permet de constater en outre les faits suivants :

1. Une veine de quartz se bifurque parfois et entre ses deux prolongements superposés on trouve empâté du grès; une des agates ramassées au cours d'une excursion englobe du grès et de la dolomie;

2. Même quand les quartz paraissent se trouver directement dans le grès, en y regardant de plus près, on voit ces agates enrobées par quelques cristaux de dolomie;

3. Enfin, au voisinage des cordons de quartz, la dolomie massive est parsemée de petits noyaux ou de veines très minces de ce quartz.

De l'ensemble de ces observations il me semble pouvoir conclure que les dolomies de Robache et les quartz rubigineux qu'elles renferment présentent tous les caractères d'une formation nettement sédimentaire. Étant donnés les faits, voici l'explication que l'on pourrait en proposer : pendant ou après les phénomènes éruptifs qui ont donné naissance aux puissantes masses porphyriques du Permien dans cette région, il y aurait eu simultanément des phénomènes d'érosion et des phénomènes d'évaporation, ceux-ci permettant la formation des dépôts de dolomies et de quartz rouges. Dans une lagune peu profonde située au nord de Saint-Dié, le quartz se serait précipité après une certaine quantité de dolomie, et le phénomène se serait répété à diverses reprises avec des différences d'intensité et de durée. Par ailleurs, des cours d'eau jetaient dans cette lagune les débris qui forment les couches du grès rouge intercalées ou même intimement mêlées aux dolomies. Cette interprétation se trouve en accord avec quelques autres observations :

1. Dans le voisinage et au-dessous des dolomies, à Robache même, dans une carrière où on exploite les argilolithes, on remarque des variations sensibles d'épaisseur et des changements brusques dans la nature des dépôts. Environ cinq mètres d'argiles rouges (fig. 3, *a*) avec de nombreux quartzites roulés supportent une bande très mince d'argilolithe rouge-brun, très feldspathique et sans cailloux (*b*); mais cette bande d'argilolithe a une épaisseur deux fois plus grande du côté du sud; au-dessus un nouveau banc d'argilolithe (*c*), qui atteint 1 m. 50, renferme au contraire une grande quantité de cailloux roulés, mais ils sont beaucoup plus petits que ceux du premier banc (*a*); le tout est couronné par 4 m. 50 d'argiles rouges sans cailloux roulés (*d*).— Ces caractères témoignent du peu de profondeur du bassin où s'effectuaient les dépôts permiens.

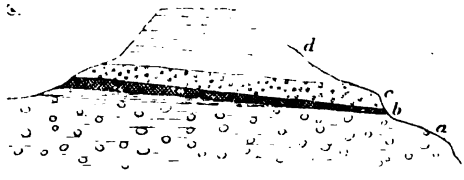


Fig. 3. — Coupe prise dans une carrière ouverte pour l'exploitation des argilolithes à Robache. — Long. 60 mètres; haut. 12 mètres.

2. Dans les couches tout à fait supérieures du grès rouge et recouvrant les dolomies de Robache jusqu'au sommet du col, M. Carrière a signalé l'existence, dans un conglomérat, de galets « qui, en grand nombre, provenaient des couches plus inférieures du même terrain de grès rouge » [1] ; ce qui est une preuve de l'existence des phénomènes d'érosion et indiquerait en outre une tendance de la région à émerger, même avant la fin du Grès rouge supérieur.

3. Le fait du ravinement des couches supérieures du Permien, déjà signalé [2], permet de croire qu'une émersion complète de la région a suivi d'assez près le dépôt des dernières dolomies.

Du reste, quand on se reporte à des faits connus en géologie, on voit fréquemment des dépôts analogues à ceux de Robache : souvent, en effet, les quartz accompagnent des dolomies franchement sédimentaires; et il est reconnu que ces dépôts se sont effectués lors d'un changement dans le régime des eaux, changement qui a provoqué des phénomènes d'évaporation et de précipitation. — Ainsi les dolomies des couches de passage du Portlandien au Purbeckien dans le Jura méridional : elles sont plus caverneuses encore que celles de Robache et renferment des veines et des nodules de silice, qui présentent tout à fait la disposition et même l'aspect des quartz de Robache, à part la couleur rouge [3]. — Mêmes observations sur des dolomies provenant du Carbonifère de Visé. On pourrait mentionner encore la meulière, les silex cornés du Calcaire pisolithique, certaines zones du Calcaire conchylien [4]. — Les faits observés dans les formations permiennes de Robache n'apporteraient donc qu'un autre exemple d'un phénomène très souvent constaté en géologie.

1. *Bulletin de la Soc. Philomathique vosgienne*, 1879. Rapport de M. Lebrun.
2. Ch. Vélain. *B. S. G. F.*, (3), XIII, p. 542, 1885.
3. Cf. Bourgeat. *B. S. G. F.*, (4), XXVIII, p. 600.
4. Cf. l'exemple de dolomies du Calcaire conchylien, cité par Fr. Ogérien « Histoire nat. du Jura », t. I, fasc. II, p. 905.

Séance du 3 Mars 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Sont proclamés membres de la Société :

MM. **A. Stehlin,** Conservateur au musée de Bâle, présenté par MM. Depéret et Giraud ;
Amédée Bonnet, Préparateur à la Faculté des Sciences de Lyon, présenté par MM. Depéret et A. Riche.

M. Toucas fait part de la mort de M. **Falsan**, membre de la Société depuis 1863.

F. **Kerforne**. — *Note préliminaire sur les Graptolites du Massif Armoricain.*

J'ai commencé un travail général sur les Graptolites du Massif Armoricain ; ce travail, que je désirerais rendre aussi complet que possible, a pour but de donner des diagnoses et des figures de toutes les espèces de ce massif. J'ai déjà recueilli personnellement de très nombreux matériaux, et un certain nombre de géologues m'ont gracieusement envoyé ou promis leurs échantillons, je leur en suis profondément reconnaissant.

Au point de vue stratigraphique, l'intérêt des Graptolites est considérable. Tous ceux qui ont étudié le système silurique savent quelles difficultés on éprouve à paralléliser les formations des régions éloignées et même, quand les faciès sont différents, celles des régions voisines. Les Graptolites sont les meilleurs fossiles sur lesquels on puisse s'appuyer pour ce parallélisme. Si en effet la faune ordinaire varie souvent avec les régions et avec les faciès, les Graptolites présentent au contraire une extension horizontale pour ainsi dire universelle. De plus, leur extension verticale est infiniment plus restreinte que celle des autres fossiles. Ils sont appelés à jouer à l'époque silurique le même rôle que les Céphalopodes aux époques suivantes.

Déjà j'ai pu substituer, aux cinq zones graptolitiques reconnues autrefois en Bretagne, la division suivante :

GOTHLANDIEN	supérieur	10. Zone à *Monograptus clavulus* Pern.
		9. Zone à *Mon. Salweyi* Hopk.
		8. Zone à *Mon. colonus* Barr.
	moyen	7. Zone à *Mon. Flemingi* Salt.
		6. Zone à *Mon. riccartonensis* Lapw.
		5. Zone à *Retiolites Geinitzi* Barr.
	inférieur	4. Zone à *Mon. convolutus* His.
		3. Zone à *Rastrites*.
ORDOVICIEN	supérieur.	2. Zone à *Dipl. foliaceus* Murch.
	moyen.	1. Zone à *Didym. Murchisoni* Beck.

Ces zones, au moins les zones gothlandiennes, se multiplieront certainement et deviendront, je l'espère, aussi nombreuses que celles des autres pays.

L'étude paléozoologique des Graptolites présente également un vif intérêt. Les derniers travaux des paléontologistes nous ont fait voir le développement et l'organisation de ces animaux sous un jour tout nouveau. Quelques-uns des échantillons que j'ai recueillis m'ont déjà présenté des choses intéressantes à ce point de vue. J'ai trouvé à Poligné un flotteur fixé à un fragment de rhabdosome de *Mon. convolutus* His. ; à Andouillé, de nombreuses sicules montrant le développement de la première et de la seconde hydrothèque. L'une de ces sicules présente à son extrémité distale un petit disque tellement semblable à ceux qui ont été figurés par M. Ruedemann, qu'il est impossible de ne pas lui donner la même signification.

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR L'ÉTAGE KIMERIDGIEN

ENTRE LA VALLÉE DE L'AUBE ET CELLE DE LA LOIRE

par MM. Paul LEMOINE et Camille ROUYER.

L'étage kimeridgien, bien connu dans le Boulonnais et la Haute-Marne par les travaux de MM. de Loriol, Pellat, Royer, Tombeck [1], n'a fait l'objet d'aucune étude de détail dans la région comprise entre l'Aube et la Loire. Il n'existe que les données déjà anciennes de MM. Leymerie et Raulin [2] et celles plus récentes des auteurs de la carte géologique détaillée [3] ainsi que des savants qui se sont occupés de l'étage séquanien [4].

Au contraire dans le département de l'Yonne, l'étage séquanien a été, en dernier lieu, étudié avec soin par M. J. Lambert. Le Portlandien, également, y a fait l'objet d'un travail stratigraphique et paléontologique de MM. Cotteau et de Loriol [5].

1. P. de Loriol, Royer et Tombeck. Description géologique et paléontologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne. *Mém. Soc. Linn. Normandie*, t. XVI, 1872. — P. de Loriol et Pellat. Monographie paléontologique et géologique des étages supérieurs de la formation jurassique des environs de Boulogne-sur-Mer. *Mém. Soc. phys. et hist. nat. Genève*, XXIII, 2e partie, et XXIV, 1re partie, 1873-1874.

2. Leymerie. Statistique géologique et minéralogique du département de l'Aube. Troyes, 1846. — Raulin, avec la direction et la coopération de Leymerie. Statistique géologique du départ. de l'Yonne. Auxerre-Paris, 1858.

3. De Cossigny. Feuille de Troyes, n° 82 (1881). — Maison. Feuille de Châtillon, n° 98 (1899). — Potier. Feuille de Tonnerre, n° 97 (1890); d'Auxerre, n° 96 (1884); de Clamecy, n° 110 (1887). — De Grossouvre. Feuille de Nevers, n° 123 (1894). — Voir aussi Oppel. Die Juraformation. *Würt. naturw. Jahreshefte*, XII-XIV, p. 764, 1858.

4. Hébert. Observations géologiques sur quelques points du département de l'Yonne. *B. S. G. F.*, (2), XXI, p. 28-31, 1863-1864, et *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XVII, 3e trim. 1863. — J. Lambert. Etudes sur le terrain jurassique moyen du département de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, 1884. — P. de Loriol et J. Lambert. Description des Mollusques et Brachiopodes des couches séquaniennes de Tonnerre. *Mém. Soc. pal. suisse*, XX, n° 4, 1893. — C. Rouyer. Observations sur le calcaire dit à Astartes. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, CLI, p. 49-78, 1897.

5. Cotteau et de Loriol. Monographie paléontologique et géologique de l'étage portlandien du département de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. XXI, p. 497-696, pl. II-XV, 1867.

M. J. Lambert [1] a, en 1893, fourni des renseignements précis sur la composition du Kimeridgien inférieur et moyen des environs de Bar-sur-Aube. Nous les reproduisons ci-dessous entre guillemets.

« KIMMÉRIDIEN (80 m.).

MOYEN (25 m.).	4. Argiles grises et lumachelles d'Arrentières à *Ammonites Lallieri*.	7 m.
INFÉRIEUR (23 m.).	3. Calcaire compact à *Pholadomya hortulana* et *Am. Cymodoce* (niveau des *Hemicidaris Rathieri* et *Desori*).	7 m.
	2. Marnes grises de Plaisance à *Ostrea pulligera* et *Am. orthocera* (niveau des *Acrosalenia angularis* et *Antedon Lamberti*, etc.).	8 m.
	1. Argiles bleues de Fontaine à *Am. Eupalus* et *Pterocera Ponti*.	12 m.
SÉQUANIEN SUPÉRIEUR	Calcaire perforé et marnes à Ptérocères de Molin, à *Pterocera Thiriae*, *P. Thurmanni*, *Natica Royeri*, *Phol. Protei*, *P. hortulana*, *Avicula Gesneri*, *Trichites Saussurei*, *Terebratula subsella*, *Z. humeralis*, *Goniolina geometrica*, *Pseudocidaris Thurmanni*. »	5 m.

Nous avons constaté d'abord l'exactitude de ces subdivisions. Cependant, dans les calcaires compacts à *Phol. hortulana* Ag., au-dessus des marnes de Plaisance, nous n'avons jamais trouvé *Pictonia Cymodoce* d'Orb.; mais seulement des Ammonites (*Olcostephanus desmonotus* Opp., *O. lepidulus* Opp., *O. Moeschi* Opp.) dont quelques-unes peuvent présenter une certaine ressemblance extérieure avec *P. Cymodoce* d'Orb. D'autre part, ces calcaires compacts à *Ph. hortulana* Ag. ne nous ont pas paru devoir être séparés des marnes de Plaisance. Les marnes de Plaisance, très argileuses dans l'Aube, deviennent beaucoup plus calcaires dans l'Yonne et sont alors très difficiles à distinguer des calcaires à *Ph. hortulana* Ag.

Poursuivant ensuite nos études stratigraphiques dans les assises qui sont au-dessus des argiles d'Arrentières, nous avons relevé la succession des couches moyennes et supérieures et nous avons trouvé que la coupe complète du Kimeridgien est la suivante :

1. J. LAMBERT, *in* P. de LORIOL et J. LAMBERT. *Loc. cit.*, p. 209.

PORTLANDIEN :	Calcaires compacts lithographiques.	
KIMERIDGIEN SUPÉRIEUR	Argiles, marnes et lumachelles de Baroville, renfermant :	
	η. au sommet : *Reineckeia* cf. *Eudoxus* d'Orb.	25 m.
	ζ. à la base : *Aspidoceras caletanum* Oppel.	
	ε. Calcaire marneux, blanchâtre, tendre. Il est bien visible dans les talus de la route de Rouvres à Colombé-le-Sec (Aube).	20 m.
MOYEN	δ. Argiles et lumachelles à *Exogyra virgula* Defr., avec *Aspidoceras orthocera* d'Orb. et *Asp. Lallierianum* d'Orb.	7 m.
	γ. Calcaire compact à *Phol. hortulana* Ag. Marnes grises de Plaisance à *Ostrea pulligera* Goldf.	15 m.
INFÉRIEUR	β. Argiles bleues de Fontaine.	12 m.
	α. Calcaire perforé, marnes de Molin à *Harpagodes* et *Zeilleria humeralis* Roem. et calcaires rocailleux.	8 m.

Nous avons pu suivre pas à pas les subdivisions ainsi établies par M. J. Lambert et par nous, depuis la vallée de l'Aube jusqu'à celle du Nohain, rivière qui va se jeter dans la Loire, près de Cosne. Elles se poursuivent sans grande modification dans leur faciès pétrographique.

Les caractères paléontologiques ne présentent pas non plus de variations importantes : les espèces d'*Aspidoceras*, caractéristiques des différentes zones, semblent bien cantonnées dans les subdivisions que nous avons établies.

Les épaisseurs respectives de ces subdivisions ne sont soumises, sur le parcours étudié, qu'à des variations peu importantes; cependant l'ensemble de la subdivision β a une épaisseur qui peut varier de 12 m. à 18 m.

α. — Les marnes de Molin (Aube) à *Harpagodes Thirriae* Thurm. et *Zeilleria humeralis* Roem. sont rangées par M. J. Lambert [1] dans le Séquanien. Elles correspondent dans l'Yonne aux « calcaires noduleux à Ptérocères » de M. Rouyer [2] où nous avons trouvé *Ex. bruntrutana* Thurm., *Z. humeralis* Roem., *Perisph. decipiens* d'Orb., mais pas d'*Ex. virgula* Defr. Elles sont représentées dans le Berry par « les marnes et calcaires noduleux » à *Z. humeralis* Roem., où MM. Douvillé et Jourdy [3] ont signalé *Picto-*

1. *Op. cit.*, p. 209.
2. *Op. cit.*, p. 78. Coupe théorique.
3. DOUVILLÉ et JOURDY. Note sur la partie moyenne du Jurassique dans le Berry. *B. S. G. F.*, (3), III, p. 93.

nia Cymodoce d'Orb. Ce synchronisme a d'ailleurs été déjà signalé en partie par M. Douvillé [1].

La présence dans ces couches de *Perisphinctes decipiens* d'Orb. dans l'Yonne et de *Pictonia Cymodoce* d'Orb. dans le Berry nous porte à les rattacher au Kimeridgien inférieur et à en faire l'équivalent de la zone à *Pictonia Cymodoce* d'Orb.

En adoptant cette manière de voir, il ne faudrait pas, comme l'ont fait M. Lambert et les auteurs de la Carte géologique détaillée, placer la limite du Séquanien et du Kimeridgien entre les marnes de Molin et les argiles de Fontaine. Cette limite serait reportée à la base des alternances de calcaires dits rocailleux et de calcaires compacts (couches n° 4 de M. Rouyer), alternances qui surmontent un calcaire oolithique blanc (marbre de Bailly, oolithe à Nérinées). Cette solution était déjà celle d'Hébert [2].

En effet, à partir de ce niveau, les variations rapides de faciès, caractéristiques du Séquanien, du Rauracien et de l'Oxfordien dans l'Est du Bassin de Paris, cessent brusquement. L'épaisseur, les caractères pétrographiques et paléontologiques des calcaires qui surmontent le « marbre de Bailly » sont aussi constants que ceux des couches à *Ex. virgula* Defr. [3].

La substitution de *Ex. virgula* Defr. à *Ex. bruntrutana* Thurmann ne semble pas d'une grande importance. En effet, on pourrait peut-être invoquer l'influence des différences de profondeur, comme l'a fait M. Munier-Chalmas pour expliquer la prédominance des *Ex. bruntrutana* Thurm. et *Ex. virgula* Defr. dans le Kimeridgien de l'Aquitaine. Les marnes, argiles et calcaires à *Ex. virgula* Defr. se sont déposés dans des mers relativement plus profondes que celles où se formaient les calcaires à *Ex. bruntrutana* Thurm.

β. — Sur ces assises à *Z. humeralis* Roem. apparaissent immédiatement les premières couches calcaires et lumachelliques à *Ex. virgula* Defr., renfermant également *Perisph. decipiens* d'Orb., *Serpula* spec. et quelques *Ex. bruntrutana* Thurm. Nous appellerons l'attention sur la présence de nombreux galets de calcaire compact que l'on rencontre à plusieurs niveaux dans les lumachelles à *Ex. virgula* Defr. Le premier banc contient des galets de calcaire compact, recouvert d'un enduit verdâtre très net. Le cal-

1. H. Douvillé. Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le Bassin de Paris et le terrain corallien en particulier. *B. S. G. F.*, (3), IX, pp. 439-475, voir pp. 471 et 475.

2. Hébert. *Op. cit. Bull. Soc. Sc. de l'Yonne*, p. 43 ; *B. S. G. F.*, p. 28.

3. Voir C. Rouyer. *Op. cit.* Coupe théorique.

caire, qui constitue le corps de ces galets, est légèrement rubéfié, tandis que les couches dans lesquelles ils se trouvent emprisonnés sont gris-jaunâtres. Il est donc probable que les galets proviennent de la destruction d'un banc de calcaire compact qui a été détruit après émersion partielle.

On rencontre, dans cette subdivision β : *Mytilus perplicatus* Et., *Ceromya excentrica* Ag., *Pholadomya Protei* Brongn., *Perisph. decipiens* Sow., etc.

Ces couches sont surtout visibles sur la route des Riceys à Balnot-sur-Laignes ; aux environs de Tonnerre, au point coté 230 sur la route d'Yrouerre ; près de Béru, sur la route qui descend du village au point coté 188 ; dans la vallée de l'Yonne, à l'écluse de Toussat (commune de Champs).

Les argiles, qui succèdent à ces calcaires et à ces lumachelles, alternent en général avec des calcaires ; elles ont une épaisseur de 4 m. à 5 m. Partout, elles forment un substratum imperméable, qui délimite la base d'une nappe aquifère très constante dans la région. De nombreuses sources, provenant de ce régime, alimentent les villages des plateaux. Un certain nombre ont été captées par les villes de Tonnerre (sources de Saint-Michel, de Vaudelevée), de Chablis (source de la Fonte), etc.

γ. — Les calcaires γ, plus ou moins marneux suivant les localités, contiennent : *Pholadomya hortulana* Ag. ; *Ph. echinata* Ag. ; *Rhabdocidaris Orbignyana* Ag. ; *Olcostephanus* du groupe de *O. desmonotus* Oppel ; *Aspid. orthocera* d'Orb., etc.

Ils se terminent par un ou plusieurs bancs de calcaires durs, nettement rubéfiés par place et percés par des *Lithodomus*. Ces calcaires, sur lesquels sont fixées de nombreuses *Ostrea* [1] et des *Plicatula* ont été démantelés par les vagues ; il en est résulté la formation de nombreux galets. La structure de ces calcaires, homogènes, compacts, à pâte très fine, indique une modification dans le milieu marin ; il a dû se produire, à cette époque comme à l'époque précédente, un ou plusieurs mouvements, qui ont amené ces calcaires sensiblement au-dessus du niveau de la mer, de manière à former ces plages que M. Munier-Chalmas a désignées sous le nom de *plages sublittorales ;* en effet, elles n'indiquent pas la proximité du rivage de la mer, mais bien la présence de rides qui se sont produites, à différentes époques, au milieu des mers jurassiques.

Les calcaires γ sont entamés par la route des Riceys à Mussy ;

1. Parmi ces *Ostrea* ne figure aucun exemplaire de *Ex. virgula* Defr.

ils y sont très fossilifères. C'est très probablement ce gisement qui a fourni à Leymerie et à Cotteau les espèces citées comme venant des Riceys. On peut les étudier aussi : près de Tonnerre, au point coté 230 ; dans de petites tranchées au nord de Béru ; au four à chaux abandonné de Vaux (vallée de l'Yonne).

δ. — La division δ, qui est caractérisée par l'abondance des *Aspidoceras orthocera* d'Orb., *Asp. Lallierianum* d'Orb., *Aspidoceras* sp., montre la réapparition des mêmes conditions dans le milieu ambiant qu'au début du Kimeridgien ; en effet on y retrouve, avec des argiles et des marnes, des lumachelles à *Ex. virgula* Defr.

A Valrue (commune de Tonnerre) et à La Chapelle-Vaupelteigne (vallée du Serein), cette division nous a fourni de très nombreux *Aspidoceras*.

ε. — Les calcaires marneux ε contiennent : *Pseudomelania gigantea* Leymerie, *Pinna granulata* Sow., *Reineckeia pseudomutabilis* de Lor. Ils se terminent par une lumachelle à *Ex. virgula* Defr., très fossilifère, où abonde *Trigonia*.

Ces calcaires forment les parois de la tranchée de la route de Rugny à Thorey (plateau entre la Laignes et l'Armançon), de celle de Champboudon près de Tonnerre, et de celle de la route de Saint-Bris à Bailly (vallée de l'Yonne) [1].

ζ. — La division ζ montre le retour des formations argileuses. Elle est représentée, à la base, par des argiles avec *Terebratula subsella* Leymerie, constituant le niveau de *Aspidoceras caletanum* Oppel (= *A. longispinum* d'Orb., non Sow.), de « *Ammonites* » *Yo* d'Orb. et de grandes *Reineckeia*.

η. — Le sommet de l'étage kimeridgien contient des alternances de calcaires marneux et de marnes [2] avec nombreux Bivalves et *Rein.* cf. *Eudoxus* d'Orb. [3], *Ostrea deltoidea* Sow., *non* Lmk., *Aptychus Flamandi* Contej.

Au point de vue pétrographique, leur partie terminale passe insensiblement aux calcaires moins marneux, plus compacts, à peu près stériles, du Portlandien. Dans ces derniers, la prédominance n'appartient plus à *Ex. virgula* Defr., mais à *Ex. bruntrutana* Thurm. Cette réapparition de *Ex. bruntrutana* Thurm.,

1. Peron. Terrains de la vallée de l'Yonne. Livret-guide des excursions en France du VIIIe congrès international (Paris, 1900), XV, p. 19.

2. A l'ouest de la vallée de l'Yonne, cette division est très argileuse ; elle détermine alors la base d'un niveau d'eau aussi important que celui du Kimeridgien inférieur (sources de Vallan, captées par la ville d'Auxerre).

3. Cette *Reineckeia* n'est pas identique au type de *R. Eudoxus* d'Orb. que MM. Boule et Thevenin ont bien voulu nous communiquer. Elle serait plutôt voisine de *R. subundoræ* Pavl.

coïncidant avec la présence des calcaires et la cessation des argiles, semble indiquer une profondeur moindre de la mer.

Les couches ζ et η sont rarement entamées par les routes; on peut cependant les observer au-dessus de Baroville (Aube); à l'ouest de Molosmes (Yonne), sur la route de Tonnerre à Mélisey; à l'est de la Garenne de Tonnerre (chemin rural qui va du point coté 207 dans le rû de Tissey au point coté 244); à Viviers; sur la route de Saint-Bris à Auxerre (point coté 217).

En résumé, nous avons été amenés à distinguer dans la région étudiée les zones suivantes :

Zone à *Reineckeia* cf. *Eudoxus* d'Orb. (couches η).
Zone à *Aspidoceras caletanum* Oppel (couches ζ, ε).
Zone à *Aspidoceras Lallierianum* d'Orb., *Asp. orthocera* d'Orb., *Asp.* sp. (couches δ, γ).
Zone à *Perisph. decipiens* Sow. (= Z. à *P. Cymodoce* d'Orb.) (couches β, α).

Ces résultats concordent avec ceux de MM. Royer, Tombeck et de Loriol qui ont reconnu dans la Haute-Marne la succession suivante :

Zone à *Asp. caletanum* Opp., avec *A. Erinus* d'Orb., *A. Eumelus* d'Orb.
Zone à *Asp. orthocera* d'Orb., avec *Asp. Lallierianum* d'Orb.

Ils cadrent également avec les travaux de M. Pellat dans le Boulonnais, dont les divisions caractéristiques sont :

Zone à *Asp. longispinum* Sow., avec *R. Eudoxus* d'Orb., *R. pseudomutabilis* de L.
Zone à *Asp. caletanum* Oppel.
Zone à *Asp. orthocera* d'Orb.

Seulement, dans le Boulonnais, *Asp. Lallierianum* d'Orb. n'est pas associé à *Asp. orthocera* d'Orb. comme dans la région que nous avons étudiée et dans la Haute-Marne. On le trouve avec *Asp. longispinum* Sow., *non* d'Orb., encore est-il très rare.

De même, dans les environs d'Angoulême, d'après M. Glangeaud [1], *Asp. Lallierianum* d'Orb. ne se trouve pas dans la zone à *Asp. orthocera* d'Orb. Avec *Asp. longispinum* Sow., il sert à définir la zone supérieure, immédiatement au-dessous du Portlandien.

1. Glangeaud. Sur le Jurassique supérieur des environs d'Angoulême. *C. R. Ac. Sc.*, CXXIII, p. 1025-1027, 1896; *B. S. G. F.*, (3), XXV, pp. 32-33, 1897. — Voir aussi Toucas. Note sur les terrains jurassiques des environs de Saint-Maixent, de Niort et de Saint-Jean-d'Angely. *B. S. G. F.*, (3), XIII, p. 8.

En Franche-Comté, Perron [1] signale immédiatement au-dessous des calcaires portlandiens à *Perisph. rotundus* Sow. sa « marne supérieure, seconde apparition de l'*Ostrea virgula*, caractérisée par les *Ammonites Lallierianus* et *longispinus* ». Ces données n'ont pas été confirmées. M. Marcel Bertrand [2] ne cite pas *Asp. Lallierianum* d'Orb. M. Girardot [3] indique *Asp. longispinum* Sow. et *Asp. Lallierianum* d'Orb. à deux niveaux, associés dans l'un à *Pictonia Cymodoce* d'Orb. et dans *Asp. orthocera* d'Orb. Mais on peut se demander si la récolte et la détermination des espèces a été faite méthodiquement, quand on voit *Steph. gigas* Ziet. cité avec *Perisph. Achilles* d'Orb.

Quoi qu'il en soit, si les données actuelles se confirment, il semblerait que la région de l'Yonne et de la Haute-Marne soit, par rapport à celle du Boulonnais et des Charentes, une région d'apparition précoce de l'*Asp. Lallierianum* d'Orb. dans la zone de l'*Asp. orthocera* d'Orb.

D'autre part, l'*Aspidoceras longispinum* Sow., caractéristique de la zone supérieure du Kimeridgien dans le Boulonnais, est jusqu'à présent absent de la Haute-Marne et de l'Yonne.

Au contraire *Reineckeia* cf. *Eudoxus* d'Orb. peut servir à définir très nettement la sous-zone la plus élevée du Kimeridgien, tandis que des *Reineckeia* plus voisines de *R. pseudomutabilis* de Lor. se rencontrent dès la base de la zone à *Asp. orthocera* d'Orb. (marnes de Plaisance).

Dans la région étudiée, ce groupe de *Reineckeia*, pour lequel MM. von Sutner et Pompeckj [4] ont proposé le nom de *Aulacostephanus*, est donc spécial au Kimeridgien supérieur. Il ne se trouve pas dans le Kimeridgien inférieur (zone à *P. Cymodoce* d'Orb.; couches A). Ainsi que l'a indiqué M. Haug [5], ce groupe semble pouvoir servir à établir le synchronisme des couches kimeridgiennes du Bassin de Paris avec celles de la vallée du Rhône.

1. Perron. Course du 12 septembre à Chargey-lès-Gray. Réunion extraordinaire à Besançon. *B. S. G. F.*, (2), XVII, p. 851, 1859-1860.

2. Marcel Bertrand. Le Jurassique supérieur et ses niveaux coralliens entre Gray et Saint-Claude. *B. S. G. F.*, (3), XI, p. 164, 1883.

3. Albert Girardot. Etudes géologiques dans la Franche-Comté septentrionale. Le système oolithique, p. 330. Paris, 1896.

4. In Tornquist. Die degenerirten Perisphinctiden des Kimmeridge von Le Havre. *Mém. Soc. pal. suisse.*

5. Haug. Portlandien, Tithonique et Volgien. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, p. 198, 1898.

NOTE SUR UN *ZOSTERITES*

TROUVÉ DANS LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DU DÉVOLUY

par M. P. FLICHE

(PLANCHE II).

Dans une note publiée récemment sur « Les mouvements du sol et la sédimentation en Devoluy, durant le Crétacé supérieur [1] », M. P. Lory signale, entre autres preuves de la médiocre profondeur de la mer sénonienne dans la région, des fossiles végétaux, qu'il avait bien voulu soumettre à mon examen et dans lesquels j'avais reconnu une grande Zostéracée. Je n'avais pu, au moment où j'ai répondu à M. P. Lory, procéder qu'à une étude sommaire des restes organisés en question, suffisante toutefois pour me permettre d'affirmer la détermination que je lui avais transmise. Depuis, j'en ai fait une étude complète, et ils me semblent assez intéressants pour être l'objet d'un travail spécial.

La présence des Naïadées en général, spécialement celle des genres habitant la mer, et constituant le petit groupe des Zostéracées, dans plusieurs dépôts antérieurs à la période actuelle, est un fait établi depuis assez longtemps d'une façon incontestable.

Schenk [2], dont la sévère critique est bien connue, admet leur existence connue bien établie depuis le Crétacé supérieur; il fait toutefois observer, avec beaucoup de raison, qu'à côté de restes dont l'attribution ne laisse prise à aucun doute, on a rapporté, à cette petite sous-famille, des fossiles qui laissent le plus grand doute dans l'esprit, ou même ne lui appartiennent certainement pas, de même que, par contre, on a classé dans de toutes autres familles des fossiles qui paraissent bien lui appartenir.

Laissant de côté toutes les plantes signalées comme appartenant non seulement aux Naïadées mais spécialement au groupe marin des Zostéracées, dans les terrains postérieurs à l'Éocène le plus inférieur ou Thanétien, je vais, afin de faire mieux ressortir l'intérêt de la trouvaille de M. P. Lory, indiquer dans leur ordre

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 780, 1900.
2. Handbuch der Palæontologie von K. A. Zittel. II Abth. Palæophytologie, p. 379.

chronologique les travaux dans lesquels il est fait mention de Naïadées marines ou Zostéracées appartenant au Crétacé ou à ce même Thanétien.

Le premier, Brongniart [1] a décrit et figuré quatre espèces fossiles de ce groupe, trouvées dans les lignites de l'île d'Aix. Il semble incontestable, d'après le texte et les figures, que l'attribution est exacte. Cependant, avec sa prudence habituelle, l'éminent paléontologiste ne les sépare pas complètement du genre *Poacites*, alors plus vague encore qu'il ne l'est aujourd'hui. Dans tous les cas, il en fait un sous-genre *Zosterites*, ne voulant pas aller plus loin dans l'affirmation des affinités de ces fossiles. Cependant, il fait observer, avec raison, que leurs plus grandes analogies sont avec les Zostéracées à feuilles courtes et relativement larges : *Cymodocea antarctica*, des mers australiennes, et *C. ciliata*, de la Mer Rouge et de l'Océan Indien. Si toutes ces observations me semblent parfaitement justes, l'attribution de ces fossiles à quatre espèces me paraît beaucoup plus contestable ; je suis, sous ce rapport, de l'avis d'Unger et de Schimper [2], qui les réduisent à une.

Si l'on s'en rapportait à une affirmation du dernier de ces auteurs, au même endroit de son livre, Brongniart aurait en 1828 signalé une autre espèce de Zostéracées, dans le terrain crétacé, le *Z. agardhianus*. Mais, si l'on se reporte au passage du Prodrome auquel renvoie Schimper [3], on voit que ce fossile avait déjà été décrit par Agardh, sous le nom d'*Amphibolis septentrionalis*, que Brongniart s'est borné à lui donner une attribution générique moins précise, que, de plus, il provient de couches, probablement liasiques, d'Högernaess, en Suède ; en sorte que, non seulement il n'appartient pas au Crétacé, mais que son attribution à une Zostéracée devient très douteuse.

Le second paléontologiste qui ait signalé des Zostéracées dans le Crétacé est le Dr Debey [4], en 1848. Cette indication aurait d'autant plus d'intérêt ici que les couches, où ces plantes ont été trouvées, aux environs d'Aix-la-Chapelle, sont exactement du même niveau que celles où M. P. Lory a rencontré les siennes. Malheureusement, comme il le faisait trop souvent, pour ne pas dire à

1. Observations sur les Fucoïdes et quelques autres plantes marines fossiles. *Mém. Soc. Hist. nat. de Paris*, I, p. 315, et pl. XXI, fig. 5-8, 1823.

2. Traité de paléontologie végétale, II, p. 457.

3. Prodrome d'une Histoire des végétaux fossiles, p. 115.

4. Uebersicht der vorweltlichen Pflanzen des Kreidegebirges überhaupt und der Aachener Kreide insbesondere. *Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande*, 15e année, p. 143, Bonn, 1848.

peu près généralement, en dehors de ce qu'il a publié, avec le concours d'Ettingshausen sur les Thallophytes, les Mousses et les Fougères, Debey s'est contenté, en signalant ses remarquables découvertes dans le Crétacé d'Aix-la-Chapelle, de donner un nom aux espèces qu'il avait étudiées, sans accompagner celui-ci d'aucune figure, d'aucune description si courte fut-elle, en sorte qu'aujourd'hui, il est impossible, si on ne se reporte aux échantillons étiquetés de sa main, de vérifier ses déterminations, dans tous les cas, de savoir ce qu'il a eu sous les yeux.

Au cas particulier qui nous occupe, voici ce qu'on trouve à la page 149 de son mémoire, dans l'énumération sèche qu'il fait des plantes du Crétacé.

Fluviales.
Najadeæ.
Zosterites Brongniarti Ung., *Chloris protogea*, S. 46, *Z. orbignyana, Bellovisiana, elongata, lineata* Brong. Sandige Glauconie d. Insel Aix.
Zosterites vittata D. B. Letten des Eisensandes von Aachen.
Z. multinervis D. B. ebenda.
Thalassocharis Mülleri D. B. Grünsand von Vaels bei Aachen.

Comme il est facile de le voir, la première espèce se réfère aux fossiles de l'île d'Aix déterminés par Brongniart, mais les trois dernières ont été trouvées par Debey dans le Crétacé des environs d'Aix-la-Chapelle; elles ont été citées toutes trois par Schimper, naturellement sans diagnoses; il dit cependant que la dernière paraît bien être une Zostéracée. C'est également l'avis de Schenk [1], qui parle seulement de celle-ci et a motivé, peut-être, son opinion, d'après le mémoire de Miquel dont il sera question plus loin, car Debey, dans la seconde note dont il sera également question plus loin, a donné une description vraiment trop sommaire pour comporter la conviction.

A raison de l'identité d'horizon géologique, entre les couches qui les ont fournis et celles où M. P. Lory a recueilli ses fossiles, j'aurais vivement désiré voir tous les échantillons de Debey. Malgré la très bonne volonté que j'ai rencontrée à Bonn, à Berlin et à Aix-la-Chapelle, bonne volonté pour laquelle j'adresse mes bien vifs remerciements aux directeurs de l'École royale des mines à Berlin, de l'École royale supérieure technique d'Aix-la-Chapelle, à MM. le Dr Brandis, les professeurs Schlüter et Potonié,

1. *Op. cit.*, p. 300.

M. le privat-docent Max Semper, je n'ai pu étudier que le *Thalassocharis Mülleri* sur d'excellents moulages qu'a bien voulu m'envoyer M. Max Semper, qui a pris, pour répondre à ma demande, une peine dont je le remercie tout spécialement. L'étude de ces moulages confirme l'opinion émise par Schimper et par Schenk. Comme à eux, il me semble bien que l'attribution à une Zostéracée est légitime, mais il me paraît qu'il ne s'agit pas d'une tige de *Posidonia*, comme l'indique le second, qui paraît d'ailleurs avoir en vue un échantillon d'une autre provenance que celui dont j'ai vu le moulage; il y a plutôt une grande ressemblance, sans identité toutefois, avec les rameaux du *Cymodocea ciliata* et d'autres espèces du genre; il n'y a, sur cet échantillon, en effet, aucune trace du revêtement fibreux formé par les restes de feuilles, si caractéristique chez les *Posidonia* et chez les *Caulinites* fossiles, qui présentent avec les tiges de ces derniers une ressemblance si étroite.

D'après les noms que Debey a donnés à ses deux *Zosterites*, il semble évident qu'il s'agit d'empreintes de feuilles; que, chez une des espèces au moins, cet organe était allongé, que chez l'autre il était certainement large.

Dans une seconde note [1], parue au même recueil que la précédente, Debey revient sur les *Thalassocharis*. Ce travail est très court et n'est accompagné d'aucune figure; il renferme quelques détails complémentaires sur le *Th. Mülleri*, l'auteur se borne à donner comme caractère les gaines foliaires embrassant la tige; il ajoute qu'il a reçu, depuis que cette espèce a été décrite, un nouveau fossile qui paraît avoir, avec elle, une très grande affinité, mais qui est vraisemblablement une espèce nouvelle, à laquelle il impose le nom de *Th. Bosqueti*, la dédiant ainsi à celui qui lui a fourni l'échantillon. Il n'en donne, d'ailleurs, non seulement aucune description, mais même aucune diagnose, si courte fût-elle.

Deux ans plus tard, dans un mémoire [2] consacré aux fossiles végétaux de la Craie du duché de Limbourg, Miquel signale, décrit avec soin et figure deux plantes qu'il attribue à des Naïadées marines; la première, pour laquelle il crée un nouveau type générique, auquel il donne le nom d'*Halocharis*, est représentée par ses

1. Beitrag zur fossilen Flora der holländischen Kreide (Vaels bei Aachen, Kunraed, Maestricht). *Verh. d. Naturh. Ver.*, etc., VIII, 1851.

2. F.-W. Miquel. Die fossiele Planten. Van Het krigt en het Hertogdom Limburg. *Verhandlungen uitgegeved door de Commissie belast met het verwocadigeneene geologische Bechrijwug Kaart var Nederlands. Eerste Deel.* Harlem, 1853.

feuilles; il la nomme *H. longifolia;* la seconde est le *Th. Bosqueti* Debey. D'après sa description et ses figures, il est certain qu'elle a été rapprochée, avec raison, par Debey d'abord, puis par Miquel, du *Th. Mülleri.* Il s'agit même d'une tige fort semblable à celle-ci, d'après la comparaison des figures avec les moulages que j'ai reçus d'Aix-la-Chapelle. Miquel décrit aussi ce qu'il considère comme les empreintes des feuilles de l'espèce, mais en exprimant un doute très légitime, car, en se reportant à la figure, à laquelle il renvoie, on constate qu'elle n'est pas très claire et que les empreintes en question sont plutôt celles de racines; de cette espèce il décrit deux formes qu'il nomme *forma lata* et *forma breviarticulata.*

Après avoir donné une diagnose détaillée du *Th. Bosqueti,* avec des développements complémentaires importants, Miquel ajoute que la roche de Kunraad renferme quelques empreintes, en creux, qui paraissent provenir aussi d'un *Thalassocharis*, mais sans qu'on puisse l'affirmer.

En 1878, de Saporta et Marion [1] signalent, non plus dans le Crétacé, mais dans le Thanétien, à la base de l'Éocène, deux plantes qu'ils rapportent, avec raison semble-t-il, à des Naïadées marines; l'une déjà indiquée dans l'Éocène, mais à un niveau supérieur, dans le Lutétien, l'autre complètement nouvelle. La première avait été d'abord nommée, par Brongniart, *Culmites nodosus*, puis *Caulinites nodosus*; les auteurs de la flore de Gelinden en font un *Zostera.* Malgré les bonnes raisons qu'ils donnent à l'appui de leur manière de voir, il semble préférable de s'en tenir à la réserve prudente de Brongniart. C'est aussi à un genre vivant qu'ils rapportent l'espèce nouvelle qu'ils décrivent sous le nom de *Posidonia perforata* et il semble que ce soit avec raison; la même observation s'applique à l'attribution des rhizômes et des feuilles, trouvés dans le gisement, à la même plante, bien qu'on n'ait pas rencontré les unes attachées aux autres.

En 1879-80 le professeur Hosius et le Dr Von der Mark [2] décrivent et figurent sous le nom de *Posidonia cretacea* [3] des empreintes végétales trouvées dans le Sénonien supérieur de *Westphalie.* Ces restes paraissent être en assez médiocre état de conservation, puisque les auteurs, hésitant sur leur attribution, les avaient d'abord rapportés à une Conifère; leurs premiers échantillons

1. Revision de la flore heersienne de Gelinden, etc. *Mém. des savants étrangers, Acad. roy. de Belgique,* XLI, p. 24, pl. II et III. 1878.

2. Die Flora der Westfälischen Kreideformation. *Palæontographica,* XXVI, p. 124.

3. P. 134, pl. 24, fig. 7, 8, 9.

mieux dégagés et des échantillons nouveaux leur ont permis de rejeter cette détermination et d'en proposer une nouvelle qui semble beaucoup plus plausible; mais s'agit-il réellement d'un *Posidonia?* Leur description donnerait à le penser; les figures rendent plus sceptique.

Toujours dans le Sénonien supérieur de la contrée, mais à un niveau un peu inférieur à celui auquel a été rencontrée la plante précédente, ont été trouvés des restes nombreux, généralement de tiges et de racines, plus rarement de feuilles, que les auteurs attribuent à un *Talassocharis*, auquel ils donnent le nom de *Westphalica*, tout en faisant observer qu'il n'est pas certain qu'il diffère de l'une ou de l'autre des espèces de Debey; la comparaison avec les échantillons de celui-ci leur ayant été impossible. D'après celle que j'ai pu faire de leurs figures avec le moulage du *T. Mülleri*, il me semble certain que le fossile westphalien en diffère. Je serais moins affirmatif par comparaison de figure seulement, n'ayant eu sous les yeux ni échantillons ni moulages du *T. Bosqueti*. En ce qui concerne ce dernier, il me semble ainsi que les plus petits échantillons du *T. Westphalica* ont avec lui la plus étroite ressemblance et ce sont eux seuls qui peuvent être rigoureusement rapportés aux *Thalassocharis*; les dimensions des plus gros, qui avaient d'abord porté les auteurs du mémoire à en faire une autre espèce, sont tellement différentes de celles des espèces déjà connues du genre et de celles des organes axiles des Zostéracées vivantes, dont on peut les rapprocher, qu'il faudrait, alors surtout qu'il s'agit d'un dépôt ne renfermant pas exclusivement, il s'en faut, des plantes marines, avoir des empreintes parfaites, pour pouvoir affirmer l'identification et tel ne paraît pas être le cas, d'après le texte et le plus souvent d'après les figures, celles surtout qui donnent l'impression d'être les plus exactes. Je dois dire qu'il s'agit ici d'impressions plutôt que d'une opinion absolument ferme, telle qu'on en peut formuler, à la suite de l'examen d'échantillons ou, à tout le moins, de bonnes figures photographiques.

Les feuilles offriraient beaucoup d'intérêt, puisqu'elles seraient attachées aux axes, ce qui ne se voit pas habituellement pour les Zostéracées fossiles, et ce qui ne paraît pas s'être rencontré, en particulier, je l'ai dit plus haut, pour les *Thalassocharis* décrits avant l'espèce westphalienne; malheureusement les auteurs en ont peu trouvé et, parmi celles qu'ils figurent, il en est qui paraissent être fort douteuses; celles de la fig. 29, pl. XXVII, dont une avec colonie de Bryozoaires, donnent plus l'impression d'organes foliaires, quoique encore avec doute. J'ajoute que si le dessin

reproduit très exactement l'échantillon, celui-ci donne raison aux auteurs, dans leur opinion sur l'attribution des larges empreintes axiles à la même espèce que les petites ; elles seraient plus larges aussi (6 mill.) que les autres feuilles, auxquelles les auteurs attribuent une largeur de 4 mill. environ, mais dans une proportion bien plus faible que la différence de diamètre des axes. En dehors de la largeur, de la longueur dans une certaine mesure et peut-être de la présence d'une nervure médiane plus forte, ces empreintes, même les meilleures, apprennent peu de choses sur la structure et les caractères de ces organes.

En 1881, Heer [1] décrit, sous le nom de *Caulinites atavinus*, des empreintes provenant de l'Infracrétacé (Néocomien-Aptien) du Portugal, mais il fait observer que sa plante est douteuse, et l'examen de ses figures conduit à s'associer complètement à cette réserve ; il s'agit en réalité de restes fort imparfaits, auxquels il semble impossible de donner une attribution certaine. Il ajoute « *Thalassocharis Westphalica* Hosius et V. de Mark et *Posidonia cretacea* Hos. et V. de M..... sont des plantes semblables et qui doivent être rangées dans le même genre », donnant ainsi raison, en les exagérant pour partie, aux réserves formulées plus haut.

Dans ce même Infracrétacé du Portugal (Néocomien), de Saporta, en 1894, décrit et figure [2], sous le nom de *Caulinites fimbriatus*, des restes végétaux qu'il rapproche du *Posidonia caulini* vivant et du *Caulinites atavinus* Heer. Ce sont des fragments de tige en partie désorganisés, dont il est le premier à reconnaître qu'il est impossible de déterminer la nature véritable, opinion que ses figures justifient amplement. Dans le même ouvrage, de Saporta décrit, dans le Crétacé supérieur (Cénomanien), sous le nom de *Caulomorpha Heeri* [3], un fragment de rhizôme qu'il rapproche aussi de *C. atavinus*; mais en faisant observer également que l'attribution exacte de ce fossile est très incertaine. Il n'ose même affirmer sûrement qu'il appartienne à une Monocotylédone.

Comme on le voit, de tout ce qui vient d'être exposé, il résulte que, jusqu'à présent : 1° les premières Zostéracées certaines sont celles du Cénomanien de l'île d'Aix, décrites par Brongniart, à réduire probablement à une seule espèce ; 2° que ce groupe a été observé certainement aussi dans le Sénonien supérieur d'Aix-la-

1 Contribution à la Flore fossile du Portugal, p. 22, pl. XVI, fig. 8 b, et XIX, fig. 4. Zurich, 1881.

2. Flore fossile du Portugal. Nouvelles contributions à la flore mésozoïque, p. 96, pl. XVII, fig. 16-17. Lisbonne, 1894.

3. P. 217, pl. XXXVIII, fig. 9.

Chapelle, de Maestricht et probablement de Westphalie, en ce qui concerne ce dernier pays, pour partie au moins des fossiles qui lui ont été attribués; 3° que les restes attribuables à cette famille jusqu'à la fin du Sénonien indiquent une prépondérance ou même la seule existence de formes alliées à celles des *Cymodocea* et *Amphibolis* vivants, réserve faite de ce que peuvent être les *Zosterites* non décrits de Debey ; que c'est seulement dans le Thanétien inférieur qu'on voit apparaître des formes analogues, peut-être identiques aux *Posidonia* actuels et aussi, quoique avec un moindre degré de certitude, aux *Zostera*; 4° que depuis les Zostéracées de l'île d'Aix, il n'en a plus été *découvert en France* dans le Crétacé et dans le Thanétien.

Voyons maintenant ce que sont les fossiles de M. P. Lory et ce qu'ils ont ajouté à nos connaissances sur l'histoire paléontologique du groupe végétal auquel ils appartiennent.

Ils ont été trouvés dans le Dévoluy sur les pentes au-dessous et à l'ouest du col du Festre ou col d'Agnières. La roche qui les renferme appartient au Campanien supérieur. C'est dans l'ensemble, d'après les indications qu'a bien voulu me donner M. P. Lory, un calcaire marneux. dont l'origine marine, indépendamment même des végétaux qui font l'objet de cette étude, ne saurait laisser prise à aucun doute. Je dois dire qu'en ce qui concerne les échantillons que j'ai eus entre les mains, la roche qui les porte, mérite à peine le qualificatif de marneuse, car le résidu qu'elle laisse après dissolution du carbonate de chaux dans les acides est peu abondant; c'est un calcaire d'un gris noirâtre, dur, à grain assez fin, se divisant fort irrégulièrement en plaques plus ou moins planes ; il est rempli d'empreintes végétales et, toujours d'après les renseignements fournis par M. Lory, c'est souvent toute la couche dont proviennent les échantillons qui est dans ce cas.

Ces restes végétaux consistent en empreintes, ayant, en général, gardé une portion plus ou moins considérable de la substance organique des plantes dont elles proviennent, qui est quelquefois réduite, ou peu s'en faut, au parcours des nervures; quelquefois aussi elle est conservée sur toute la surface, mais sans qu'il semble y avoir jamais de structure conservée. Ces empreintes sont souvent très parfaites, ayant conservé de la façon la plus complète tous les détails de la nervation; cela est vrai tout spécialement de celles où la substance organique des nervures seule a été conservée, comme on peut le voir pl. II, fig. 1, en *a* et fig. 2, tandis que, d'autres fois, elle est moins nette et peut même devenir totalement indistincte, ainsi en *b*, fig. 1 ; cela tient, d'une

part, à ce que pour des feuilles ayant conservé beaucoup de matière organique, les nervures sont noyées dans celle-ci, et encore, dans beaucoup de cas, à ce que la feuille elle-même présentait, à l'état de vie, à sa surface, des colonies de Bryozoaires, d'autres petits animaux, probablement des Algues et aussi des dépôts complètement amorphes, comme j'ai pu le constater au moyen d'une coupe faite par M. Terrier, l'habile préparateur à l'École supérieure des mines.

L'examen le plus sommaire permet de constater que les empreintes proviennent presque exclusivement de feuilles, que celles-ci sont très allongées, rubanées, à nervation parallèle, du type de la plupart de celles monocotylédones, qu'elles sont très peu variées, qu'en dehors de quelques rares empreintes très étroites appartenant certainement, soit à des organes différents, soit à une espèce très différente de celle ou de celles qui ont fourni les autres; celles-ci ne différant que par la largeur et dans des limites assez étroites, que toutes par leur forme, leur consistance assez ferme sans exagération, les détails de leur nervation, nervures longitudinales plus ou moins bien marquées, souvent reliées par des nervures transversales passant sur une, deux, ou même trois bandes entre nervures longitudinales, présentent les caractères des Naïadées marines du groupe des Zostéracées. On pourrait bien penser aussi à certaines Hydrocharidées marines, les *Thalassia* et *Enhallus*, qui, par leurs feuilles allongées, rubanées, ne sont pas sans présenter beaucoup d'analogie avec les Zostéracées des genres *Zostera* et *Posidonia*, surtout avec le dernier; mais les feuilles des *Enhallus*, représentés dans les mers actuelles par l'*E. acoroides*, diffèrent de celles des *Posidonia* et des empreintes de feuilles fossiles par les nervures très rapprochées de force inégale, de feuille à feuille, ou sur la même feuille. Quant à celles des *Thalassia*, qui ont beaucoup de ressemblance extérieure avec celles des *Posidonia*, elles se distinguent aisément par les épaississements punctiformes de leurs nervures, lesquelles sont d'ailleurs difficiles à suivre au milieu du parenchyme assez ferme qui les entoure.

Il me semble donc bien certain que les feuilles du col du Festre appartiennent à des Zostéracées; mais il est assez difficile de les rapprocher, d'une façon absolument sûre, des genres actuels, quoiqu'il y ait de fortes présomptions, en ce qui concerne les plus nombreuses, pour que ce soit un *Posidonia*. En effet, bien qu'on ne possède aucune feuille dans son intégralité, on peut affirmer, je crois, qu'elles étaient très allongées, rubanées. Les plus grands

fragments ont en effet 87 à 90 millimètres, sans qu'on trouve ni le sommet, ni la base de la feuille et, si un ou deux fragments paraissent se rapprocher beaucoup du premier, on ne voit rien qui indique le voisinage de la seconde. Il semble bien difficile, s'il s'agissait de feuilles aussi peu allongées que celles des *Cymodocea* et genres voisins, qu'on n'en possédât pas de complètes et que, dans tous les cas, les hasards de la fente de la roche portant les empreintes n'eussent pas mis à nu le sommet ou base de l'organe. Parmi les genres à feuilles allongées, on constate que les *Zostera* peuvent bien quelquefois varier assez sensiblement dans la largeur de celles-ci, chez une même espèce; il n'en reste pas moins que les empreintes fossiles, par la largeur de leurs feuilles, le nombre considérable des nervures qui les parcourent, rappellent bien plus les *Posidonia* que les *Zostera*. Malgré ces grandes probabilités, il ne semble pas possible de rapporter l'espèce fossile à ce genre vivant, en l'absence, non seulement des organes de la reproduction, qui seuls fournissent des caractères absolument certains, pour les coupes génériques, chez les Zostéracées, mais encore de ces tiges avec restes effilochés de feuilles, qui sont si caractéristiques des *Posidonia*, et qui, ailleurs, ont été rencontrées à l'état fossile; il me paraît préférable d'employer, pour le fossile du col du Festre, le nom générique *Zosterites* créé par Brongniart pour les feuilles fossiles présentant des affinités non seulement avec des *Zostera* proprement dits, mais d'une façon générale avec celles des Zostéracées de genre quelconque [1]. Il se peut que le fossile appartienne à un genre éteint. Si, par tous les caractères énumérés plus haut, il rappelle bien en effet, les *Posidonia*, il est bon de faire observer qu'un des échantillons porte un fragment de tige fort mauvais, mais nettement articulé, qui se rapproche plutôt de ce qu'on observe chez les *Cymodocea* et *Amphibolis*. Mais, comme ce fragment est très médiocre et ne porte pas de feuilles, il est fort possible qu'il appartienne à une espèce différente de celles qui, dans le Crétacé supérieur, rappellent incontestablement les *Cymodocea* actuels.

Dans tous les cas, quoi qu'il en soit de son attribution générique exacte, la Zostéracée qui nous occupe n'a certainement pas encore été décrite, elle constitue donc une espèce nouvelle; seul le *Z. multinervis* de Debey lui est peut-être identique; le nom qui lui a

1. Ce nom est d'ailleurs assez mal formé; il serait plus correct de dire *Zosteracites;* mais je ne vois pas de nécessité à substituer celui-ci à l'expression de Brongniart, puisque la signification en est bien précisée par l'emploi qui en a été fait.

été imposé pourrait à tout le moins le faire penser; mais, comme il n'a point été publié, et comme il m'a été impossible de voir l'échantillon type, on ne saurait s'arrêter à ces présomptions. L'espèce étant nouvelle je lui donne le nom du géologue qui l'a trouvée et j'en établirai la diagnose de la façon suivante :

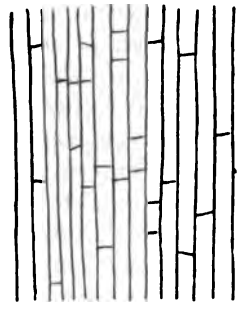
ZOSTERITES LORYI : *foliis elongatis late linealibus, planis, margine integris, longitudine saltem plus quam 10 cent. latitudine, 8-21 millimètres metientibus; nervis subanqualibus parallebis, numerosis (17-27), nervulis transversis irregulariter conjunctis.*

Toutes les feuilles sont visiblement très allongées, planes, largement linéaires ou même rubanées, probablement très légèrement atténuées en se rapprochant de l'extrémité, à bords parfaitement entiers. A raison de leur abondance, de leur disposition dans la roche et surtout de l'imparfaite fissilité de celle-ci, non seulement on n'a pas de feuille conservée dans toute sa longueur, mais, comme je l'ai dit plus haut, on ne paraît avoir que des fragments relativement courts de celles-ci; le plus grand, de ceux qui ont pu être mesurés, présente une longueur de 10 centimètres, certainement fort inférieure à la longueur de l'organe complet. La largeur n'est pas toujours non plus très facile à mesurer; cependant il semble qu'on l'a obtenue exactement sur un certain nombre d'empreintes; elle est assez variable, entre 21 et 8 millimètres, ces deux dimensions étant, la dernière surtout, un peu exceptionnelles, les termes extrêmes étant plus habituellement 20 à 11. Cette variation semble, au premier abord, un peu considérable, et ferait songer à deux espèces distinctes, mais il y a tous les intermédiaires entre les deux termes extrêmes, ce qui est une présomption d'unité spécifique; si l'on se reporte à ce qu'on observe chez les Zostéracées vivantes, on voit que ces variations n'ont rien d'extraordinaire, puisque, parmi les nombreux échantillons de *Posidonia oceanica*, contenus dans l'herbier du Muséum, il y a des feuilles qui ne mesurent pas plus de 3 mill. 5, tandis que d'autres atteignent une largeur de 7 à 8 mill.; chez le *Zostera marina*, les différences sont encore bien plus considérables, puisque la largeur moyenne étant de 2 à 3 mill. la forme *angustifolia* ne dépasse pas 1 mill. 1/2 au maximum, alors qu'un échantillon recueilli à Vannes par Grenier et conservé dans l'herbier du Muséum mesure 8 mill.

Le nombre des nervures, chez l'espèce fossile, est également assez variable, autant au moins qu'on en peut juger, car chez elle, comme chez les espèces vivantes, les nervures sont assez difficiles à suivre dans le tissu assez épais et peu transparent de l'organe; sauf en quelques endroits, qui ont été soumis particulièrement à la

macération, et ceux-ci ne donnent que des fragments en largeur; cependant il me semble y en avoir 27 sur le plus grand fragment de la fig. 1 et 17 seulement, sur une feuille de faible largeur, non reproduite sur la planche. Ici encore on serait tenté de voir une différence spécifique, mais les raisons, exposées pour la largeur, militent contre cette opinion. Je trouve notamment chez les espèces vivantes une variation de 9 à 13 chez les *Posidonia oceanica* et de 5 à 9 chez le *Zostera marina*, le dernier chiffre appartenant à l'échantillon de Grenier, c'est-à-dire, comme chez l'espèce fossile, à la feuille la plus large. On voit que, surtout pour le *Zostera*, les différences proportionnelles sont au moins égales à ce qu'on observe entre les feuilles fossiles.

Ces nervures sont assez sensiblement égales entre elles, comme chez les *Posidonia* actuels; de même que chez eux, toutefois, il peut y avoir des nervures un peu plus faibles que les autres, comme le montre la figure insérée dans le texte; suivant ce qu'on observe aussi parfois sur les feuilles des *Posidonia*, la nervure médiane présente un relief un peu plus fort que les autres. Entre les nervures longitudinales, les réunissant, on observe des nervilles transversales (voir la figure grossie ci-contre). Celles-ci sont très grêles, parfois imparfaitement conservées; c'est peut-être pour cette raison qu'elles semblent un peu moins abondantes que chez les *Posidonia* actuels. De même que chez eux, et peut-être même un peu plus que chez eux, elles ont des directions tantôt presque normales aux nervures qu'elles unissent, tantôt assez franchement obliques, enfin elles peuvent réunir seulement deux nervures ou se suivre sur deux, trois, ou même quatre espaces intermédiaires au moins; ici encore il y a identité avec ce qu'on observe sur le vivant.



Nervures de *Zosterites Loryi*, légèrement grossies.

En dehors de ces empreintes de feuilles, variables de largeur mais à nervation bien marquée, et provenant visiblement de la même plante, il s'en trouve de beaucoup plus rares, beaucoup plus étroites et provenant certainement de quelque chose de très différent, soit comme organe, soit comme espèce, ou même comme genre.

Les premières, dont je vais m'occuper, parce qu'elles me paraissent se rattacher très probablement aux *Zosterites*, dont les

feuilles viennent d'être décrites, sont celles représentées fig. 4, pl. II. On les observe sur deux petits échantillons, portant aussi des empreintes de feuilles; sur l'un d'eux on les voit sur les deux faces de l'échantillon; elles sont rapprochées les unes des autres, pénétrant dans la roche. Elles se distinguent immédiatement des feuilles qui viennent d'être étudiées, par leur exiguité, l'absence de nervation, la solidité de l'organe, qui se manifeste en ce que au lieu d'être simplement étalées à la surface de la roche, elles sont littéralement gravées; cette solidité se manifeste, en outre, par ce fait, qu'elles présentent généralement des courbures peu prononcées, mais très nettes, qui devaient déjà exister chez l'organe, au moment de la fossilisation, et non des déformations, comme peuvent en affecter facilement des substances molles, sous les moindres actions extérieures; il semble donc que ce soient des axes; ceux-ci ne présentant aucune trace d'organes appendiculaires. De tout ce qui vient d'être exposé, il me semble qu'on peut induire qu'il s'agit de racines fasciculées, simples ou très peu ramifiées, car on ne constate aucune ramification certaine; ce qui semble tel parfois n'est qu'une apparence due au très grand rapprochement de deux empreintes et à la pression que les deux organes ont exercée l'un sur l'autre.

Il me semble très probable, en outre, que ces racines appartiennent au *Zosterites* dont les feuilles sont si abondantes à côté d'elles. Sans doute l'affirmative ne serait possible que sur le vu d'un pied complet, dont le rhizôme porterait à la fois racines et feuilles; toutefois, comme je viens de le dire, l'attribution à la même plante des deux organes est singulièrement vraisemblable: elle est encore corroborée par la largeur des racines qui est habituellement d'un millimètre, rarement d'un peu plus d'un demi-millimètre seulement; alors que chez le *P. oceanica* vivant je trouve une largeur variant de un demi à un millimètre.

Enfin, il me reste à parler d'une dernière empreinte, elle est recouverte sur une petite portion de son étendue, mais l'organe qui l'a formée était visiblement allongé, puisque ce qui en reste mesure 52 millim.; en outre il était étroit, la largeur ne dépassant pas 2 millim. et il est visible que cette largeur est bien celle de l'organe, que l'empreinte, en un mot, n'est pas un fragment d'une feuille, plus large, déchirée en longueur; l'organe avait une certaine rigidité, pour s'être aussi bien étalé à la surface du sédiment et pour s'être conservé aussi net. Il semble bien qu'il y ait des traces très nettes de nervation parallèle, mais celle-ci n'en reste pas moins assez indistincte et ne pourrait fournir de caractères

utiles pour différencier ce fossile. Dans ces conditions, il est assez difficile de se prononcer sur ce qu'est cette empreinte; les plus grandes probabilités me semblent en faveur d'un fragment de feuille d'une Zostéracée très différente de celle qui est si abondante à côté d'elle. C'est avec les *Zostera* vivants qu'elle aurait les plus grandes affinités, à raison du peu de largeur de la feuille et aussi de sa nervation peu distincte; mais, vu l'extrême imperfection de ce fossile, il me semble impossible de lui donner un nom. Je ne pouvais pas omettre de le signaler, puisqu'il se distingue nettement de tout ce qui l'entoure, et semble prouver l'existence d'une espèce très différente du *Z. Loryi*, et beaucoup plus rare.

En résumé, on voit que le fossile trouvé dans les couches du col du Festre, en Dévoluy, fournit quelques données nouvelles intéressantes pour l'histoire paléontologique des Zostéracées.

1° L'existence d'une espèce nouvelle, bien caractérisée par la largeur de ses feuilles et le nombre des nervures de celles-ci; sous ce double rapport, elle se distingue très nettement de toutes les espèces vivantes et aussi des fossiles. Toutefois, à raison du nom que Debey a imposé à l'une des espèces d'Aix-la-Chapelle, *Z. multinervis*, il se pourrait que celle-ci lui fût affine ou même identique.

2° Cette espèce, par la forme générale des feuilles, leur bord entier, leur nervation, offre parmi les espèces vivantes les plus grandes affinités avec les *Posidonia*; sans que, à défaut d'autres organes, on puisse conclure à une identité générique. Dans le cas où celle-ci serait établie, ce serait la plus ancienne espèce du genre connue aujourd'hui; puisque d'après les travaux antérieurs, on n'en avait pas signalé avant le Paléocène de Gelinden. Il est remarquable de constater que le *P. perforata* Sap. de ce terrain est, comme le fossile du col du Festre, sensiblement plus fort que les *Posidonia* actuels et à peu près dans la même proportion; comme l'attribution générique du fossile de Gelinden semble exacte, cela justifierait la justesse du rapprochement fait ici, et prouverait que le genre a commencé par des espèces de forte taille, qu'il a été ensuite représenté par des formes plus petites.

3° Le *Zosterites Loryi* est la première Zostéracée trouvée en France dans le Crétacé, depuis celles qui ont été décrites par Brongniart; mais alors que ces dernières se trouvent à la base du terrain, celle-ci occupe la partie supérieure.

4° La présence de cette Zostéracée, peut-être d'une ou deux autres, dans le Crétacé des Alpes méridionales françaises, rapprochée des découvertes faites, au même horizon, par Debey, dans les environs d'Aix-la-Chapelle, par Miquel dans ceux de Maestricht,

par Hosius et Von der Mark en Westphalie, montre que les Zostéracées se rencontraient dans toutes les mers du Crétacé supérieur, au moins vers la fin de celui-ci, dans ce qui est aujourd'hui l'Europe occidentale jusqu'à ses limites orientales et méridionales.

5° L'extrême abondance des débris laissés par le *Zosterites Loryi*, abondance qui n'a été signalée pour aucune des autres Zostéracées crétacées, au même degré; la présence de nombreuses inscrustations à la surface des feuilles, provenant d'animaux, particulièrement de Bryozoaires, ou d'origine purement minérale, prouvent que, durant le Crétacé supérieur, les Zostéracées présentaient, dans leur manière de vivre, une identité complète avec ce qu'on observe aujourd'hui pour les plantes du même groupe; elles formaient notamment de grandes prairies sous-marines, dont les feuilles, arrachées par le flot, pouvaient être accumulées par lui en grande quantité sur certains points.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

Fig. 1. — Échantillon portant de nombreuses empreintes de *Zosterites Loryi* n. sp. et une d'une autre espèce. — En *a*, feuille à nervation très nette; en *b*, feuille à nervation indistincte; en *c*, fragment de feuille de *Zosterites* sp. ?

Fig. 2. — Fragment de feuille à nervation très nette.

Fig. 3. — Fragment de feuille couverte de Bryozoaires.

Fig. 4. — Empreinte de racines.

Toutes ces figures sont de grandeur naturelle.

LES CAILLOUTIS DES DOMBES

DANS L'ANSE DU BUGEY

Caractères distinctifs des cailloutis pliocènes et des cailloutis pléistocènes dans le bassin moyen du Rhône. Origine des quartzites superficiels du Bas-Bugey

par M. **A. BOISTEL.**

Diverses nappes de cailloutis recouvrent les marnes du Miocène ou du Pliocène inférieur dans l'espace compris entre les montagnes du Bugey et le cours de l'Ain. Elles ressemblent manifestement dans leur ensemble à la masse énorme de galets qui couvre les Dombes en s'échelonnant depuis le Pliocène moyen jusqu'à la fin du Quaternaire et à l'époque actuelle. Mais la corrélation chronologique des divers dépôts pour les deux régions est très difficile, à raison de la grande uniformité de ces formations. C'est ce problème que je me suis proposé d'aborder dans cette note.

Je donne, page 129, la carte de cette petite région, telle que je la comprends. Elle servira de base aux explications qui vont suivre.

Les points qui présentent la plus grande complication sont deux petits massifs situés dans le voisinage de la cluse par laquelle le Rhône, sortant de la partie jurassienne de sa vallée, débouche dans les plaines de l'Ain et du Dauphiné qu'il arrosera jusqu'au delà de Lyon. Ce sont la colline de Saint-Denis-en-Bugey [1], entre Ambérieu et Lagnieu, et les bois de la Servette à l'ouest de cette dernière localité. J'ai déjà eu l'occasion de décrire avec un certain détail ces deux collines et d'en indiquer la structure d'ensemble [2]. Mais depuis lors j'ai pu faire de nouvelles recherches sur le terrain et élargir le cercle des études comparatives, qui m'ont permis de distinguer avec plus de précision des niveaux longtemps confondus.

Dans les notes précédemment citées, j'insistais sur le caractère antéglaciaire de la masse principale de ces deux collines, et j'en concluais qu'elle devait être rangée dans le Pliocène supérieur. De ces deux propositions la première peut être tenue pour indiscutable ; la seconde doit être légèrement modifiée, à raison de la

1. C'est le nom que prend maintenant le village de Saint-Denis-le-Chosson.
2. *B. S. G. F.*, (3), XXII, p. 299, 1894, et (3), XXVI, p. 30, 1898.

possibilité d'une solution intermédiaire fondée sur les distinctions que la science arrive peu à peu à préciser dans les formations glaciaires.

Dans les deux massifs, les cailloux de roches granitoïdes sont plus altérés que dans les formations glaciaires des Dombes, et pourtant moins décomposés que dans le Pliocène même supérieur.

Mais quel est leur âge exact ? Pour éclairer ce doute, j'ai repris l'étude des gisements de cailloutis pliocènes les plus voisins, notamment de ceux qui sont exposés sur les bords du Rhône dans la lisière sud du plateau des Dombes. Je devais éviter de m'adresser aux gisements de l'ouest de ce plateau, qui ont reçu au moins dans une large mesure les apports de la Saône, et ne présentaient plus une analogie complète d'origine avec les couches qu'il s'agissait de leur comparer. Les deux points que j'ai trouvés les plus favorables et qu'il y a lieu de recommander pour l'étude complète des graviers du Pliocène supérieur sont la route de Miribel au Mas Rillier et celle de Beynost à Tramoyes, toutes deux dans la seconde moitié de la montée qu'elles dessinent en lacets pour atteindre le plateau des Dombes ; les graviers y sont entaillés sur une centaine de mètres de longueur, peut-être plus, et sur une hauteur de 10 à 15 m., et la coupe, malgré son ancienneté, qui remonte au moins à une trentaine d'années, a conservé une verticalité parfaite et n'a subi que des éboulements insignifiants.

***

Caractères distinctifs des cailloutis pliocènes et des cailloutis pléistocènes dans le bassin moyen du Rhône.

Les traits distinctifs des cailloutis pliocènes, indiqués par Fontannes et devenus classiques [1], sont que ces alluvions anciennes se présentent comme beaucoup plus altérées que les alluvions plus récentes ; les galets de granite, de gneiss, de diorite, sont très décomposés et s'effritent sous une faible pression ; l'ensemble de la formation a une teinte jaunâtre ou rougeâtre ; enfin le dépôt est doué d'une certaine cohésion ; tandis, que dans les formations pléistocènes, les galets de roches feldspathiques sont peu altérés, l'ensemble de la formation offre à l'œil une teinte grise et sa consistance est faible [2]. Vérifier ces caractères, leur donner, s'il

1. Delafond et Depéret. La Bresse, p. 259.

2. Sur certains points, on y trouve des débris de fossiles marins arrachés aux terrains antérieurs. Mais ce caractère n'est pas général, et d'ailleurs il n'est pas exclusif.

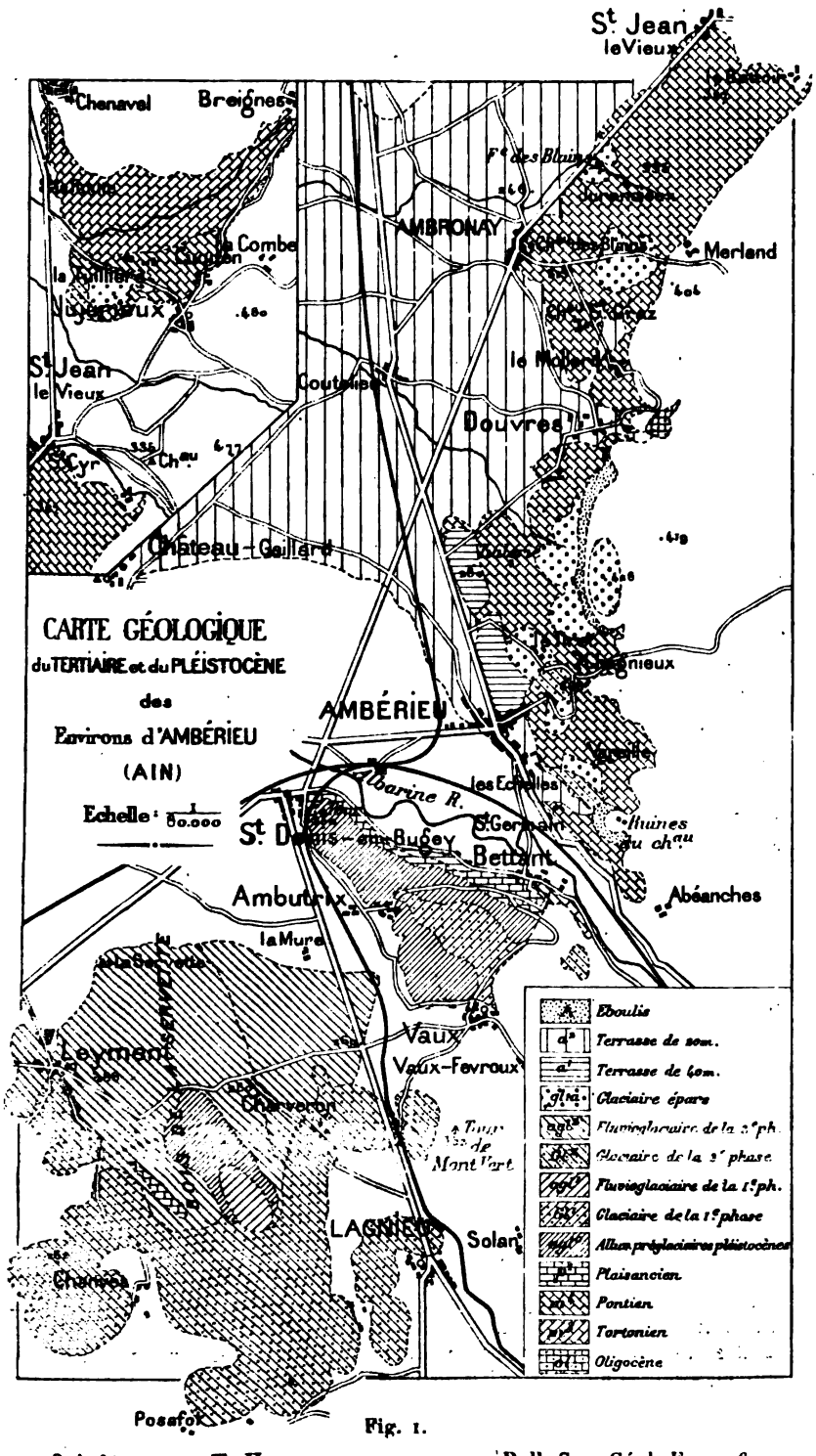

CARTE GÉOLOGIQUE
du TERTIAIRE et du PLÉISTOCÈNE
des
Environs d'AMBÉRIEU
(AIN)
Echelle : 1/80.000
St Jean le Vieux
Chenavel
Breignes
la Combe
AMBRONAY
Merland
Jujurieux
St Jean le Vieux
Coutelier
Douvres
Château-Gaillard
AMBÉRIEU
Albarine R.
les Echelles
St Germain
Bettant
Ambutrix
Abéanches
la Mure
Leyment
Vaux
Vaux-Fevroux
Charveron
LAGNIEU
Solan
Posafol
Eboulis
Terrasse de 20m.
Terrasse de 40m.
Glaciaire épars
Fluvioglaciaire de la 1re ph.
Glaciaire de la 1re phase
Alluv. préglaciaires pléistocènes
Plaisancien
Pontien
Tortonien
Oligocène

Fig. 1.

est possible, plus de précision, et voir si l'on ne peut en indiquer d'autres, tel était l'objectif de mes recherches.

Quant au degré d'altération des cailloux de roches granitoïdes, voici le critérium très net que j'ai pu relever dès la première inspection et qui s'est constamment vérifié dans toutes mes observations ultérieures, soit dans le Pliocène supérieur, soit dans le Pliocène moyen : « les roches granitoïdes, ou mieux les roches feldspathiques en général, sont tellement fusées que dans les tranchées de la masse, *elles ne peuvent pas rester en saillie, mais se coupent d'elles-mêmes verticalement* ». Tous les autres cailloux, quartzeux ou calcaires, restent intacts et forment des saillies arrondies sur la tranche du gravier, qui rappelle le *Nagelfluh ;* sous le travail de la pioche un caillou tombe ou ne tombe pas, mais il ne se laisse pas entamer, car il est *plus dur que le sable interstitiel* qui unit ces éléments. Au contraire, les galets feldspathiques sont entamés, et cela, non pas par le coup de pioche, mais par la désagrégation de leurs éléments sous l'action de leur propre poids. On peut vérifier pour chacun d'eux qu'il n'a pas été touché par l'instrument du terrassier et que sa coupure est absolument nette et spontanée. Dans l'ensemble de la masse, on voit en blanc mat la tranche de tous ces feldspaths kaolinisés, qui fait tache sur les couleurs variées des autres cailloux ; et cela ne s'applique pas seulement aux simples galets, plus ou moins gros, mais encore aux blocs qui peuvent y être mêlés avec des longueurs de 30 ou 40 cent. Tous sont coupés net comme avec une scie [1].

Cette décomposition si profonde des feldspaths est d'autant plus remarquable que les cailloux calcaires de toute espèce sont tout à fait intacts et n'ont subi aucune altération depuis leur dépôt.

Il faut pour cela, bien entendu, se placer en pleine masse, à quatre ou cinq mètres au moins de la surface du sol; car les parties superficielles, on le sait, subissent par les eaux atmosphériques une décalcification plus ou moins profonde, qui pour ces formations anciennes peut aller très loin en profondeur et ne laisser à la surface aucune trace de calcaire. Mais, à une distance plus ou moins grande, l'eau d'infiltration a perdu toute action dissolvante. J'ai relevé une preuve de ce fait, qui, je crois, n'a jamais été signalée, sans doute parce qu'on n'y a pas attaché d'importance. Dans les cailloutis du Pliocène supérieur, comme du Pliocène

1. Le mot *tous* est un peu exagéré; car on rencontre quelques-uns de ces cailloux dans la masse, qui, on ne sait pourquoi, n'ont subi que très peu d'altération et sont absolument résistants. Mais l'immense majorité présente le faciès tout à fait caractéristique qui vient d'être décrit.

moyen, les galets de calcaire dur, surtout ceux de teinte claire, sont entièrement couverts de petites mouchetures blanchâtres, très rapprochées les unes des autres, comme s'ils avaient reçu une foule de petits coups qui auraient fait éclater autour d'eux une très mince épaisseur de la surface; on dirait en petit une pierre piquetée à la boucharde. On voit même à la loupe, au milieu de ces mouchetures, un petit trou net, qui semblerait produit par un coup d'une pointe dure, comme serait une pointe d'acier. — La question se posait de savoir si ces mouchetures étaient un produit d'altération sur place, un commencement d'impression, d'origine chimique ou physique, au voisinage de très petits grains de quartz contenus dans le sable interstitiel; ou bien si elles étaient antérieures au dépôt de ces galets, contemporaines du charriage qui les avait roulés. L'hésitation ne fut pas pour moi de longue durée; car, peu de jours après la première observation, je retrouvai les mêmes mouchetures sur les cailloux actuels de l'Albarine à Ambérieu; elles y sont peut-être un peu moins nettes, plus petites, plus nombreuses et un peu moins régulières, mais elles semblent bien être de même nature et avoir la même origine, qu'il n'est pas d'ailleurs facile d'expliquer. Il ne fallait donc plus songer à trouver là un signe distinctif d'un dépôt déterminé ou d'un âge plus ou moins ancien. Mais, en même temps, ces marques devenaient une preuve nouvelle et indubitable de l'absence de toute altération chimique des calcaires au sein de ces conglomérats, malgré la haute antiquité à laquelle ils remontent. Car il est évident que la moindre action dissolvante aurait enlevé ces traces légères, où le calcaire est à l'état presque pulvérulent et par conséquent, une fois imbibé d'eau, présente même l'intérieur de sa faible masse à la corrosion des agents chimiques.

Un autre caractère indiqué comme spécial aux cailloutis pliocènes, c'est le grand tassement de leurs éléments. J'ai déjà signalé les coupes de 10 à 15 m. de haut à Miribel et à Beynost, qui conservent depuis de longues années leur parfaite verticalité, due évidemment à la cohésion de l'ensemble. Un exemple encore plus remarquable et tout à fait classique est la coupe de 40 à 50 m. de hauteur, dans le Pliocène moyen, qu'on observe sur la rive gauche du ravin de Sathonay, à la station des Combes, de la ligne de Lyon à Trévoux. Ce qu'on peut noter, pour préciser le degré de ce tassement des cailloux, c'est que si l'on attaque la masse, non pas avec la pioche, qui, par son ébranlement, entraîne des chutes considérables, mais avec un simple couteau, on a beaucoup de peine à faire sortir les cailloux, qui se calent les uns les autres. Pas un grain de

sable ne s'est logé entre eux à leurs points de contact; ce qui semble indiquer que le sable interstitiel ne s'est insinué dans la masse qu'après le dépôt des éléments plus grossiers. Il y avait là des cours d'eau torrentueux présentant des allures rapides à certains moments, opérant alors un triage très rigoureux des graviers; et n'y mélangeant du sable que plus tard, dans des périodes de calme relatif, où des bancs entièrement sableux venaient aussi se déposer par dessus les lits de cailloux.

La teinte jaunâtre ou rougeâtre de l'ensemble de la masse demande un peu plus d'explications et peut-être quelques réserves. Je crains un peu que les géologues qui ont posé ce critérium et ceux qui ont souscrit à leurs observations n'aient été plus spécialement hantés des souvenirs de la localité classique de Sathonay qui vient d'être citée, et des nombreuses gravelières qui s'alignent sur le versant ouest des Dombes, le long du cours de la Saône. Or, tous ces gisements ont reçu, à l'époque du Pliocène moyen ou supérieur, en même temps que les apports de galets alpins du Rhône, les alluvions beaucoup plus paisibles et plus fines de son tranquille affluent; ces alluvions, venues des Vosges, sont représentées partout par des sables d'origine granitique, très quartzeux et très ferrugineux. Elles ont, sur tout ce versant, dominé par leur abondance les alluvions fines venues du Rhône avec les galets plus gros, et elles en ont masqué les caractères. Si l'on concentre les observations dans les régions où les apports du bassin supérieur du Rhône paraissent avoir fonctionné seuls, sur le versant sud du plateau des Dombes, on ne trouve pas la teinte ferrugineuse à beaucoup près aussi tranchée; et d'autres caractères apparaissent.

Lorsqu'on regarde d'une petite distance les belles coupes de Miribel et de Beynost, on perçoit bien une coloration d'ensemble franchement jaune, qui donne une teinte chaude très artistique à ces escarpements, et qu'on ne retrouve pas dans les cailloutis quaternaires. Mais de plus près on reconnaît que cette teinte est moins uniforme, plus localisée que dans les gisements de la vallée de la Saône. Les galets sont surtout ferrugineux au voisinage de certaines roches dont la décomposition a fourni le fer; là les quartzites notamment prennent de superbes teintes ocreuses tout à fait caractéristiques. De là, la couleur se diffuse un peu dans toute la masse. Il y a aussi certains bancs qui présentent abondamment la même coloration et la communiquent aussi dans leur voisinage.

Mais le sable interstitiel qui occupe les vides entre les cailloux m'a paru dans l'ensemble caractérisé au contraire par une teinte générale grise. Et cette *teinte salit les cailloux eux-mêmes* qui sont emballés dans le sable. C'est là un trait qui m'a paru tout à fait caractéristique, et qui, je crois, n'avait jamais été relevé. Il faut, bien entendu, observer cette couleur dans la masse même ; non pas dans les cailloux épars sur le sol, qui ont été lavés par les eaux pluviales et qui présentent alors la riche variété de couleurs caractéristique des alluvions alpines, ni dans les coupes qui ont pu également recevoir la pluie. Si l'on regarde à la loupe les très petits fragments (très généralement de quartz) qui composent le sable interstitiel, on voit qu'ils sont eux-mêmes salis par la même teinte grise et qu'ils n'ont pas leur éclat naturel. Ce même sable manié entre les doigts y laisse des traces du même genre. Enfin, si on en projette une pincée dans une petite quantité d'eau, il la trouble notablement, et l'on aperçoit des matières très fines en suspension dans le liquide. On arrive ainsi à cette conclusion que ce sable est associé à une argile grise déposée en même temps que lui dans les interstices des cailloux plus gros et sur leur surface même. Ces observations, très nettes déjà dans le Pliocène supérieur, se vérifient encore mieux dans le Pliocène moyen, où la teinte grise est tout à fait dominante dans les coupes.

La présence de cette argile grise impalpable s'accorde très bien avec l'origine rhodanienne de ces cailloutis des deux étages pliocènes. Quiconque a vu le Rhône sait en effet que, même dans les périodes où ses eaux sont le plus basses, où elles présentent le plus de transparence, il conserve toujours une teinte gris bleuâtre caractéristique. Lorsqu'en été il est surtout alimenté par la fonte des glaces, il roule (au moins depuis qu'il a reçu l'Arve) un sable noirâtre, produit de la trituration des roches schisteuses par les glaciers ou les torrents ; mais même en d'autres saisons, alors que les pluies et l'apport de ses affluents forment sa masse principale, alors qu'il paraît presque clair, il ne laisse pas que de déposer dans les parties les plus tranquilles de ses rives, un limon gris-noirâtre impalpable, très argileux, contenant aussi du sable très fin et quelques paillettes de mica. Les remous causés incessamment par la majestueuse impétuosité de son cours ne permettent jamais que ses eaux se débarrassent complètement de ce cortège originaire [1]. C'est la même signature qu'il a laissée au sein des

1. Dans les régions occidentales de la Bresse, où ses eaux se mêlaient à celles de la Saône, cette argile se trouvait beaucoup plus diluée. Mais elle n'est pas tout-à-fait absente et les cailloux en sont encore légèrement tachés.

cailloutis pliocènes, où, après les périodes violentes qui charriaient les galets, son cours plus calme remplissait leurs vides de sable fin.

Il semble donc que le Rhône pliocène était déjà alimenté par des glaciers [1]. Mais il ne paraît pas que les glaciers pliocènes aient eu, du côté de Lyon, une plus grande extension que ceux de la période pléistocène, comme ils l'ont eue en beaucoup d'autres régions. C'est, en effet, à l'extrême limite occidentale des formations glaciaires ou fluvio-glaciaires, à la *Demi lune* (à l'ouest de Lyon), que l'on a trouvé une mâchoire entière d'*Elephas primigenius*, qui les date d'une manière indubitable [2]. On conçoit d'ailleurs que, les conditions climatériques restant les mêmes, il ait pu y avoir une très grande différence quant aux extensions successives entre le glacier du Rhône et les autres glaciers de l'Auvergne, des Pyrénées et même des Alpes suisses. Le glacier du Rhône s'est développé à l'époque pléistocène sur une longueur de 460 kilomètres. On comprend très bien qu'à l'époque pliocène, malgré des circonstances générales plus favorables, et quoique peut-être la glace occupât dans les vallées alpines une épaisseur plus considérable, elle n'ait pas pu, faute d'un temps assez long, ou à raison d'obstacles naturels difficiles à franchir, accomplir cet immense parcours. On ne saurait s'étonner qu'il en ait été autrement pour les glaciers des Pyrénées, dont le plus long trajet au moment de la plus grande extension n'a pas dépassé 36 kilomètres en moyenne [3], pour ceux de l'Auvergne, qui n'atteignaient certainement pas 150 kilomètres, pour ceux de la Suisse orientale, qui, même lorsqu'ils dépassèrent le Danube, ne se trouvaient pas à plus de 150 ou 200 kilomètres de leur lieu d'origine. S'il était vérifié, comme certains documents ont permis de le conjecturer, que le glacier supérieur du Rhône, celui du Valais, se soit, à l'époque pliocène, déversé à l'est, à partir de Lausanne par la plaine suisse, on expliquerait très facilement à la fois la plus grande extension des glaciers orientaux de la Suisse et le moindre développement, à cette époque, des formations occidentales.

Un dernier caractère doit encore être reconnu aux cailloutis pliocènes. Il est indiqué par MM. Delafond et Depéret [4] seulement

1. Voir sur ce point mon étude antérieure : *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, p. 62.

2. Delafond et Depéret. La Bresse, p. 268 ; voir aussi la coupe de la p. 261 et la carte de la p. 263, enfin la planche XV, avec cette rubrique : « horizon des graviers de la plus grande extension glaciaire quaternaire ».

3. De Lapparent. Traité de géologie, 3e édition, p. 1597.

4. La Bresse, p. 166

pour ceux du Pliocène moyen : « ils sont presque exclusivement composés de galets, souvent volumineux, d'origine alpine (quartzites, granites, gneiss, calcaires noirs, etc.) ». Mais il faut étendre cette proposition, en l'atténuant seulement quelque peu, au Pliocène supérieur. Dans ces deux formations, il y a une très grande prédominance des roches alpines (quartzites, roches granitoïdes, jaspes noirs et rouges, calcaires noirs ou bleu foncé) sur les roches du Jura, représentées par des calcaires clairs, gris, blonds ou rosés, rarement bruns. J'estime à 1/8 au plus de la masse la proportion des calcaires jurassiques clairs dans le Pliocène moyen [1], les calcaires bleus ou noirs représentant 4/8, et les cailloux quartzeux ou granitoïdes 3/8. Dans le Pliocène supérieur la proportion des calcaires clairs augmente, elle peut aller jusqu'à 1/3; les deux autres tiers se partageant à peu près également entre les calcaires bleus ou noirs et les quartzites ou roches granitoïdes. Au contraire dans les alluvions pléistocènes, les calcaires clairs forment la plus grande partie de la masse, les 5/6 environ; le reste représente les roches quartzeuses ou granitoïdes; les calcaires bleus ou noirs sont en très faible quantité.

Cette diminution progressive de la proportion de galets alpins se rattache aisément aux données générales de la géologie des Alpes. Au début du Pliocène, les montagnes, qui venaient de recevoir tout récemment leur dernier relief, étaient beaucoup plus

1. Je recommande particulièrement, pour l'étude des cailloutis du Pliocène moyen, un petit ravin qui découpe profondément le plateau bressan à peu près à égale distance entre la Boisse et Montluel; et la grande carrière située en amont de Montluel sur la rive droite de la vallée de la Sereine, derrière le vieux château, à l'entrée du ravin qui isole celui-ci. Il y a encore de bonnes coupes un peu plus haut sur le flanc gauche de la vallée de la Sereine, et dans le chemin qui monte en lacets sous la ferme *Coupe* derrière Dagneux. — Sur ces divers points, on pourra vérifier les caractères distinctifs du Pliocène moyen par rapport au Pliocène supérieur. D'abord ce trait capital que ces cailloutis anciens descendent beaucoup plus bas que ceux de la fin du pliocène; ils ont raviné complètement les sables et argiles du Pliocène inférieur et descendent même à une dizaine de mètres au-dessous du niveau actuel de la vallée du Rhône; tandis que les cailloutis du Pliocène supérieur reposent toujours sur les sables et argiles plaisanciens, sans les entamer profondément, et ne se rencontrent par conséquent qu'à partir de la moitié supérieure de tous les coteaux du sud et de l'est des Dombes. Cette distinction ne peut s'apprécier que par une étude d'ensemble faite sur le terrain. Mais on peut toujours constater, même dans des coupes restreintes, les caractères signalés ci-dessus : la teinte générale plus grise, la plus grande abondance du sable fin argileux, tachant les cailloux en gris, et la grande prédominance des galets siliceux et des calcaires noirs, sur les cailloux calcaires clairs.

hautes, et présentaient, à raison de cette élévation et aussi par les dislocations que leurs couches superficielles avaient subies, une prise bien plus grande à l'érosion par les agents atmosphériques. On peut supposer, que l'apport de cailloux jurassiens, a été à peu près le même qu'aujourd'hui, attendu que le Jura, du moins le Jura occidental, était déjà soulevé depuis longtemps. Mais cet apport, à l'époque considérée, s'est trouvé noyé dans une bien plus grande masse de cailloux alpins. Cette disproportion décroît dans le Pliocène supérieur et s'atténue tout à fait dans le Pléistocène, parce que le relief des Alpes diminuait progressivement pendant ces périodes et que leur contingent dans les éboulements latéraux s'affaiblissait.

La même explication peut rendre compte de la diminution du sable argileux interstitiel, lorsque l'on passe du Pliocène moyen dans le Pliocène supérieur. Mais elle ne justifierait pas, à elle seule, sa disparition presque complète dans les cailloutis pléistocènes; d'autant plus que ce même sable existe encore aujourd'hui dans les alluvions du Rhône. Mais, c'est le cas de faire intervenir une considération déjà signalée ailleurs; c'est celle de la modification d'allures que subit un glacier lorsque, sortant des gorges resserrées qui l'emprisonnent pendant son parcours au sein des massifs montagneux, il s'étale, comme en Dombes, sur un front de 80 à 100 kilomètres. Alors, l'eau provenant de la fonte de son extrémité ne se confond plus avec le torrent sous-glaciaire qui vient au jour sur un seul point de ce vaste demi-cercle. Une séparation complète doit s'établir entre son torrent sous-glaciaire et les eaux, torrentielles également, qui s'écoulent de ses ailes si largement ouvertes des deux côtés. A l'époque pléistocène, le Rhône devait continuer à couler sous la forme de torrent sous-glaciaire dans tout l'espace qui sépare Lagnieu de Lyon, et par une voie assez voisine de son cours actuel. C'est lui qui continuait à charrier les produits du rabotage des montagnes schisteuses par son glacier; pendant que le front de celui-ci s'épanouissait d'abord sur sa rive droite (nous ne connaissons que celle-ci pour cette époque), depuis Vancia jusqu'à Bourg; et plus tard sur sa rive gauche, de Lagnieu à Heyrieu (v. plus bas). L'eau de fonte de ces immenses éventails, étalés sur des plateaux plus élevés que le cours du fleuve principal, ne devait rien contenir des sédiments fins et impalpables provenant des hautes vallées alpines. Elle devait bien charrier de la boue glaciaire; mais cette boue ne provenait que de la trituration des cailloux contenus dans les moraines; et ces cailloux, on l'a vu plus haut, renfermaient relativement fort

peu de roches foncées; ils devaient être complètement dépourvus de schistes noirs, depuis longtemps sans doute disparus par la trituration avant l'arrivée de la moraine à son point terminus. L'eau de fonte était abondante et rapide et devait entraîner au loin cette boue glaciaire; c'est ce qui explique que tous les cailloutis fluvio-glaciaires sont beaucoup mieux lavés que les conglomérats plus anciens.

Je trouve, dans le savant ouvrage de MM. Delafond et Depéret, la constatation que le Rhône, à l'époque où les moraines de Vancia, près de Lyon, se déposaient à 250 m. d'altitude, coulait beaucoup plus bas vers 200 ou 205 m.[1]. Ils ne le qualifient pas de torrent sous-glaciaire. Mais il semble difficile que le glacier s'étendît sur le plateau des Dombes sans couvrir la vallée ou la plaine qui se développait en contre-bas, immédiatement au sud. Et dès lors on peut s'étonner que ces éminents géologues ne fassent pas un sort pareil à la Saône à la même époque. Au lieu de supposer que son cours était absolument barré par les cailloutis fluvio-glaciaires des moraines de Vancia, et que par suite elle formait en amont un lac, dont ils ont vainement cherché les traces[2], on peut aussi bien croire que sa vallée avait d'abord été envahie par les glaces et qu'elle avait su, comme le Rhône et comme tous les torrents issus des glaciers, se frayer un cours sous-glaciaire en fondant en dessous par ses eaux plus chaudes les glaces qui envahissaient sa vallée. Les cailloutis issus des moraines de Vancia auraient alors (puisqu'on les suit jusqu'à la Demi-Lune et à Tassin-Francheville) franchi la vallée de la Saône sur un pont de glace; ils rappelleraient ainsi les *œsars* de la Finlande, formés par des torrents coulant sur la glace souvent dans un sens perpendiculaire ou transversal par rapport aux vallées sous-jacentes.

***

Reprise de la description locale des cailloutis du Bugey

Revenant aux cailloutis qui constituent la masse principale des collines de Saint-Denis et des bois de la Servette, je dois reconnaître qu'ils ne présentent pas les caractères distinctifs du Pliocène supérieur. Les roches granitoïdes ou feldspathiques, les diorites, quoique fortement décomposées, ne s'effritent pas à la moindre pression, ne se coupent pas d'elles-mêmes dans la tranche des

1. La Bresse. p. 264. 3°, et p. 267.
2. La Bresse, p. 263, au bas.

coupes. L'ensemble de la formation ne présente pas l'aspect ferrugineux typique du Pliocène supérieur. L'impression générale, quand on regarde les coupes, par exemple sous la tour de Saint-Denis, dans les balmes de Vaux, à l'escarpement nord-est du massif le plus élevé des bois de la Servette, est celle du gris clair, presque du blanc, légèrement diversifié par les couleurs vives des galets alpins. C'est seulement en quelques points déterminés et très limités que la teinte ferrugineuse se montre; généralement au voisinage d'un galet fortement rouillé qui en indique l'origine. Les 2/3 au moins des cailloux proviennent de roches jurassiques, gris clair, jaunâtres, pâles ou roses; les calcaires bleus ou noirs y sont relativement rares. Enfin, le sable interstitiel est très bien lavé et trouble à peine l'eau du verre à précipité dans lequel on le projette. Il ne contient pas les particules très ténues et très légères, déjà signalées, qui flottent assez longtemps dans cette eau avant de se déposer.

Mais si ces conglomérats ne sont pas pliocènes, ils sont certainement antérieurs à la première apparition du glaciaire dans la région. Car, à la base du triangle que forme le plateau de la colline de Saint-Denis (voir la carte p. 129), on trouve le glaciaire le plus ancien *Gl*[1] remplissant une cuvette creusée dans ces conglomérats *agl*[o]. Il s'est logé indubitablement dans un petit vallon qui découpait ce plateau et venait se déverser vers le village de Vaux, comme le nouveau ravinement du glaciaire s'y déverse encore aujourd'hui. On trouve en abondance des cailloux striés vers l'endroit où le chemin de Bettant à Vaux débouche en vue de ce dernier village, et un peu plus bas, au dernier tournant de ce chemin, un beau bloc erratique a été en partie détruit lors de la rectification de la route. De nombreux galets de quartzites et de calcaires très durs, de 20 à 40 centim. de diamètre, jonchent les champs dans le voisinage. Ce glaciaire doit être attribué à la première phase de l'extension pléistocène; car, ainsi qu'on peut le voir sur une longueur de 200 m. dans le même chemin, il est recouvert de 2 ou 3 mètres d'une argile brune provenant de sa décomposition sur place, dans laquelle on ne trouve que quelques rares galets de quartzite et où l'on distingue seulement certains cailloux feldspathiques complètement décomposés sur place et révélant seulement leur forme au sein de l'argile par une couleur et une consistance légèrement différentes [1]. On rencontre aussi, un

1. C'est là un des types de la décomposition sur place du glaciaire; celui-ci représente spécialement le cas de la décomposition en cuvette close, n'ayant laissé perdre aucun des éléments insolubles de la masse primitive. Nous rencontrerons d'autres cas tout différents.

peu plus loin dans les terres, de gros morceaux de granite, très décomposés, et mesurant jusqu'à 70 ou 80 centimètres de longueur. Enfin, tout le plateau présente au plus haut degré, malgré les bois qui le couvrent, le paysage morainique. C'est un chaos à peu près inextricable de mamelons, dont la topographie de la carte de l'État-major donne une idée vaguement exacte, séparés par des cuvettes sans issue qu'occupent des mares ou des marécages.

Si le substratum de ce glaciaire n'est pas pliocène où lui trouverons-nous une place dans la série pléistocène? Ce sera à titre d'*alluvion préglaciaire*, mais en prenant ce mot dans son sens le plus strict d'alluvion précédant toute espèce d'envahissement glaciaire dans la région; ce sera l'époque de la première progression du glacier pléistocène.

Nous constatons ainsi dans la région de ces collines, comme il y a lieu de le faire pour chaque point spécial des Dombes, deux premières étapes de la phase de progression des glaciers. D'abord l'aurore de toute invasion glaciaire, le préglaciaire *stricto sensu*; alluvion venue de glaciers situés en amont du point considéré et précédant le glacier qui approchait. Je l'ai désignée sur la carte de la page 129 par les lettres *agl*°. Ensuite l'arrivée du glacier proprement dit, marqué sur la carte *Gl*¹. Enfin il y en a une troisième à distinguer, c'est le fluvio-glaciaire issu de la moraine terminale du glacier au même moment, que j'ai appelé *agl*¹.

Je crois pouvoir attribuer aussi à ce préglaciaire absolu, mais avec un certain doute, le mamelon culminant du Bois de la Servette, à droite du mot *Bois*, sur la carte de la page 129. Cette partie, qui ne présente aucune coupe et qu'on ne peut étudier que dans le chemin de bois longeant la crête de ce mamelon, ne laisse voir à la surface que des galets de quartzite épars, comme toutes les surfaces épuisées de l'alluvion préglaciaire proprement dite; mais j'y ai trouvé, sur le chemin, deux ou trois blocs de roches silicatées alpines, dont un n'a pas moins d'un mètre de long; leur présence ne me paraît pouvoir s'expliquer que par le voisinage d'une moraine démantelée (voir plus bas, la constatation de pareils blocs dans *agl*²), et cette moraine, par la décomposition profonde de ses éléments, ne peut pas être la moraine plus récente (*Gl*²) visible un peu au sud.

Le glacier a continué ensuite sa progression à travers toutes les Dombes, poussant toujours en avant ses moraines, jusqu'à Vancia, à la Croix-Rousse et à Fourvières, et plus en avant encore ses alluvions fluvio-glaciaires, jusqu'à la Demi-Lune, Tassin, Francheville et Oullins. Ces dépôts, pareils à ceux qui viennent d'être étudiés

et qui devraient être marqués des mêmes signes sur une carte, sont nécessairement plus jeunes de tout le temps que le glacier a mis à parcourir les 60 kilomètres qui les séparent; ils peuvent donc présenter une altération moins complète que les premiers.

Pendant ce temps les collines de Saint-Denis et de la Servette, enfouies sous une épaisse couche de glace, ne recevaient plus aucun apport. Il en fut de même pendant toute la période de recul des glaciers, correspondant à un parcours en sens inverse, peut-être plus lent encore que le précédent, peut-être aussi plus rapide.

Il faut pour retrouver de nouvelles formations glaciaires descendre jusqu'au temps d'arrêt qu'a subi ce recul [1] et qui a amené le dépôt d'un immense front de moraines, qui s'étendent depuis Lagnieu jusqu'à Heyrieu, avec une altitude moyenne de 270 m. et dont on peut voir le magnifique développement sur la carte de la Bresse contenue dans l'ouvrage si souvent cité. C'est ce que j'appelle la deuxième phase glaciaire, pour la région qui nous occupe et ce que je marque *Gl*[2] sur la carte. Je n'ai trouvé aucun dépôt de cette époque sur la colline de Saint-Denis elle-même. Mais au contraire, il existe, au nord de Lagnieu, dans la dépression qui sépare cette colline des bois de la Servette une magnifique moraine semi-circulaire qui s'élève même en pente douce depuis l'altitude de 270 m. jusqu'au niveau le plus haut de ces bois, à 302 m., à La Chataigneraie, à Joyannoux, à Maison rouge, et qui occupe tout l'emplacement du bois Bollérin, avec une différence de niveau de 30 mètres environ. On en voit très bien l'épanouissement d'auprès des maisons de La Chataigneraie. Je l'ai décrite ailleurs au moins dans sa partie haute [2]. C'est un type presque complet de moraine terminale avec son appareil fluvio-glaciaire en avant, et la place du lac glaciaire en arrière. Seulement ce lac a été vidé et démoli dans sa partie postérieure par l'action ultérieure du glacier lui-même, qui, en reculant encore, a déposé sur ce point une nouvelle moraine, ou moraine de retrait, notablement plus basse et qui touche tout à fait à la ville de Lagnieu; immédiatement au sortir de la station on peut recueillir des cailloux striés sur le premier talus qui se présente (talus de l'Esplanade). En même temps, et par le même mouvement de recul, le glacier qui avait couronné le massif des bois de la Servette et du bois Bollérin jusqu'à 310 à

1. MM. Delafond et Depéret indiquent dans « La Bresse », p. 276, les raisons qui leur font écarter l'hypothèse d'une nouvelle progression des glaciers après un recul plus considérable qui les aurait fait rentrer dans les cluses du Bugey.

2. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, pp. 32 et 33.

320 m. descendait successivement sur leur versant méridional à Chamoux et à La Petite Volatte aux environs de 270 m.

Si j'ai dit tout à l'heure que ce type de moraine terminale était seulement *presque* complet, c'est qu'il y manque un trait important, la brèche par où s'écoule d'ordinaire le torrent sous-glaciaire. En effet, la moraine même supérieure de Lagnieu ne porte aucune trace de la coupure considérable par laquelle aurait dû s'écouler le Rhône au moment où elle s'est établie [1]. Cela tient à ce que cette moraine, qui mérite bien le nom de terminale, parce que le glacier s'est arrêté là pendant une assez longue période et qu'il y a déversé ses eaux de fonte, est cependant latérale par rapport à la direction générale que suivait alors le glacier et par rapport au cours du torrent sous-glaciaire qui ne s'écartait pas beaucoup du cours actuel du Rhône. Le nom qui lui convient est celui de *moraine d'épanchement.*

Pendant la même période, le glacier, contournant à l'ouest les bois Bollérin et de la Servette, déposait les moraines très bien caractérisées de Chanves et de Leyment, et plus loin, à l'ouest, celle qui porte le village de Chazay et que l'Ain a coupée verticalement sur plus de 30 m. de hauteur.

La nappe fluvio-glaciaire émanée de la moraine supérieure de Lagnieu (*agl*^{3}) s'étale dans la large vallée qui sépare la colline de Saint-Denis des bois de la Servette et qui a été nécessairement creusée pendant la période glaciaire antérieure, puisqu'elle ravine les cailloutis de la première progression du glacier.

On peut facilement l'observer à l'angle des routes de Saint-Denis à Lagnieu et de Vaux à Leyment, au point coté 269 et signalé, sur la carte de l'État-major au 80.000^e, par la présence d'une *Batteuse* mécanique fixe. On y recueille facilement des cailloux, portant encore des stries, quoique l'ensemble soit bien lavé et trié par l'eau courante. En face de cette batteuse, sur le côté est de la route de Lagnieu, on constate la présence de gros blocs alpins, dont plusieurs sont encore anguleux.

Un autre lambeau, que je rapporte également au fluvio-glaciaire, se trouve de l'autre côté des bois de la Servette à la sortie du village de Leyment sur la plaine; il se rattache évidemment aux moraines voisines qui flanquent le versant ouest de ces bois.

Mais le sol de ces bois eux-mêmes, compris entre ces deux nappes franchement alluviales, quelle nature et quelle origine

1. Elle ne présente encore actuellement que de très faibles ouvertures dues à l'érosion des eaux superficielles se déversant en sens inverse vers le Rhône qui coule au sud 80 m. plus bas.

faut-il lui attribuer? On se rappelle que jusqu'ici il n'a été question que de leur partie haute, s'élevant aux environs de 300 m. et occupant, au sud-est, un quart environ de leur superficie. Le reste, notamment toute la zone située au nord de la route de Vaux à Leyment, avec deux larges pointes vers le sud, embrassant la partie haute, peut s'appeler la *terrasse moyenne* des bois de la Servette. Elle domine, en effet, vers l'est, de 10 m. environ la nappe alluviale décrite tout à l'heure, dont elle est séparée par un talus bien net, très bien marqué sur la carte de l'État-major; sa cote minimum est de 280 m.; certains points atteignent 288 m., peut-être un peu plus. Entièrement couverte de bois, ou, sur quelques points, de cultures, elle offrait une énigme difficile à déchiffrer. La solution peut être puisée dans trois gravelières dont les deux dernières ont été récemment ouvertes. D'abord, c'est une petite entame sur la route de Vaux à Leyment, à l'endroit où se détache la route qui conduit de Leyment à Lagnieu, au point 280 de la carte de l'État-major, mettant à découvert sous un mètre d'argile sableuse rouge, un cailloutis de belles roches alpines très variées, avec quatre gros blocs anguleux dont deux calcaires et deux de composition granitoïde. La seconde se trouve à l'entrée des bois, sur le chemin qui, se détachant de la route d'Ambutrix à Saint-Maurice de Rémens, se dirige vers le château de la Servette. Elle est dans le talus même qui sépare la moyenne terrasse de la nappe fluvio-glaciaire inférieure. Sur 6 à 8 m. de hauteur, on y voit des cailloux de toute nuance enveloppés d'un enduit boueux qui remplit leurs intervalles; quelques cailloux sont très bien striés, et un bloc de calcaire bleu mesurant 35 centim. de long, encore parfaitement anguleux, présente une de ses faces très plane couverte de stries, dont l'une n'a pas moins de 30 centim. de longueur. Plusieurs blocs de roches alpines (granites, pegmatite, grès houiller) ont jusqu'à un mètre cube. Mais, d'autre part, il est facile de constater des lits bien visibles de stratification, même des couches de sable fin bien séparées du reste du dépôt; la boue qui unit les cailloux n'est pas aussi compacte et aussi mélangée de gravier de toute grosseur que la boue glaciaire proprement dite; enfin un grand nombre, la plupart des cailloux calcaires ont perdu leurs stries. — Les mêmes caractères se retrouvent dans la troisième gravelière qui peut se voir au centre même des bois de la Servette, sur le nouveau chemin ferré qui relie le château à Lagnieu, à peu près à la pointe du V du mot *Servette* sur la carte de la page 129. Le cailloutis y est également boueux; il contient de gros blocs, l'un calcaire, l'autre granitique, mesurant un mètre de long, dont les angles sont à

peine émoussés. — Ces observations permettent de conclure que ces cailloutis proviennent de moraines très voisines, à peine remaniées par les eaux de fonte, peut-être même démolies presque sur place; car la topographie même du bois, par son irrégularité, par quelques cuvettes sans débouché, conserve encore une partie du caractère morainique. — Elles sont d'accord avec les constatations que l'on peut faire à l'ouest de ces mêmes bois; à la descente du village de Leyment, à gauche sur la route de Sainte Julie: deux grandes gravelières offrant une coupe de 10 m. de haut, présentent, au-dessus d'alluvions alpines bien lavées et d'une zone de sable plus fin, une couche de 1 à 2 m. beaucoup plus boueuse et contenant de gros blocs de quartzites entassés, du volume environ d'une tête humaine. Ici l'alluvion progressive de cette phase glaciaire aurait quelque peu précédé l'arrivée des résidus d'un démantèlement glaciaire très voisin, dont des moraines toutes proches au sud expliquent bien suffisamment l'origine. Ces gravelières contiennent des blocs roulés de poudingues à éléments alpins, qu'il est tout naturel de rapporter aux cailloutis, souvent cimentés en poudingue, de la partie haute des bois de la Servette; l'antériorité de ces derniers serait ainsi établie, conformément aux conclusions formulées plus haut.

En résumé, les moraines de Lagnieu, appartenant à la phase régressive du glacier, ont donné naissance à deux terrasses fluvio-glaciaires, l'une, la terrasse moyenne atteignant 280 à 290 m., l'autre ne dépassant pas 270 m. La première, contenant des alluvions boueuses et des blocs alpins assez gros, pourrait se rattacher à l'époque où le glacier dépassait 300 m. au bois Bollérin. La seconde, qui a raviné la première, se rapporterait au moment où, insensiblement, la moraine aurait descendu entre Charveron et la tour de Montvert à la cote de 270 à 275 m. A la première se rattacherait peut-être un monticule allongé nord-sud, à peu près à égale distance des routes de Lagnieu à Saint-Denis et de Lagnieu à Leyment, et qui dépasse de 10 à 15 m. la plaine alluviale de la seconde terrasse. Il serait resté là comme un témoin de l'altitude atteinte par la terrasse qui l'avait précédée.

***

Quittons cette région où le glacier semble s'être complu à accumuler et à enchevêtrer son action, pour le suivre dans sa marche en avant le long de la falaise occidentale du Jura et des dépôts néogènes qui l'accompagnent. C'est en effet à la période de progression du glacier et de sa plus grande extension qu'il faudra

rapporter les lambeaux que nous rencontrerons; il n'a pu s'appuyer, sur cette rive droite de son vaste lit, que pendant les moments où il coulait à pleins bords et où l'immense cône de déjection qu'il étalait sur toute la Dombes et une partie du Dauphiné offrait encore un espace insuffisant à l'énorme quantité de matériaux qu'il amenait. Ces dépôts de flanc ont dû nécessairement être sujets à bien des fluctuations, pendant la longue période à laquelle ils peuvent correspondre, suivant la direction que prenait l'effort principal du glacier et suivant l'abondance des matériaux, glace et cailloux, qui le constituaient.

Nous assisterons au développement, non plus d'une moraine terminale, mais d'une moraine latérale. Mais ici encore il faudra s'attendre à une modification profonde des allures connues pour les moraines de ce genre dans les glaciers de montagne. Il faudra prévoir les conséquences de ce fait que le glacier n'était pas enfermé dans une gorge profonde, mais s'épanchait librement dans une vaste plaine, et longeait, sans les presser énergiquement, une chaîne de collines depuis longtemps façonnées par les érosions atmosphériques et ayant perdu toute saillie abrupte de quelque importance. Dans ces conditions, la moraine latérale ne pouvait plus recevoir d'apports nouveaux; elle devait peu à peu déposer ses matériaux sans en recueillir d'autres, et par conséquent devait tendre à s'épuiser, sauf l'appoint moins important que devait lui fournir l'épanouissement en éventail des matériaux charriés à la surface par les parties du glacier plus rapprochées de son axe.

En partant du sud, comme il est naturel, le premier point où j'aie à signaler le glaciaire se trouve encore dans le voisinage de la colline de Saint-Denis, mais en arrière du premier contrefort jurassique contre lequel s'appuie la base de cette colline [1]. Le glacier a contourné ce contrefort et a jeté ses cailloutis sur son versant est, pénétrant ainsi quelque peu dans la cluse de l'Albarine. On peut observer surtout les cailloux striés de toute couleur et de toute provenance dans les vignes avoisinant le chemin qui se détache de la route de Bettant à Torcieu au sortir du premier village, en face d'une croix, et qui monte vers la montagne de Colloverge; c'est à peu près l'endroit où ce chemin devient sensiblement horizontal. Ce lambeau glaciaire ne donne lieu à aucune observation particulièrement intéressante. Il dépasse de peu comme altitude le point que devait atteindre le sommet du glaciaire étudié dans la colline même de Saint-Denis; soit environ la cote de 350 m.

1. Il a déjà été signalé : *B. S. G. F.*, (3), XXII, 1894, p. 316.

C'est à peu près la même altitude qu'il faut assigner au second lambeau, que j'ai déjà eu l'occasion de faire connaître [1] sur le territoire d'Ambérieu et qui couvre toute la colline à laquelle est adossé le château des Echelles, jusqu'au-dessus du village de Saint-Germain et jusqu'au pied du mamelon couronné par les ruines du château du même nom. Cette moraine doit faire l'objet de quelques remarques intéressantes.

J'y signale d'abord l'état étonnant de conservation de tous ses éléments constitutifs; on peut facilement le constater sur le côté droit du chemin qui suit la crête de la colline. Sous 10 à 15 centim. à peine de terre remaniée par la culture, on observe avec une fraîcheur absolue la boue glaciaire, les cailloux couverts de stries et de toute dimension jusqu'à 30 centim. de diamètre, les roches alpines de toute provenance, calcaires, gréseuses, quartzeuses ou granitiques, complètement intactes. C'est un contraste absolu et difficilement explicable avec le glaciaire, si profondément décomposé sur 4 à 5 m., du chemin de Bettant à Vaux; et avec toutes les moraines même les plus récentes, dont la superficie a subi des altérations ordinairement très considérables, comme on le verra plus loin. Ce phénomène me paraît devoir être attribué à la nature très argileuse de la boue glaciaire en cet endroit. Le glacier en remontant la pente de ce coteau entièrement composé alors d'argile miocène, en a enlevé d'abord la surface plus ou moins altérée pour porter plus loin ces matériaux; puis, continuant à labourer l'argile pure très énergiquement, il l'a intimement mélangée aux éléments de la boue qu'il amenait de plus loin. Il lui a donné ainsi une imperméabilité tout à fait exceptionnelle.

Cet état de choses se rattache ainsi à un autre phénomène qu'on observe dans la même localité. C'est ce que j'appellerai le *moutonnage en grand* des collines visitées par le glacier. Leur côté sud-est, c'est-à-dire celui par où arrivait le fleuve de glace, est beaucoup plus raboté que le versant opposé. Le premier est absolument décapé de tout dépôt superficiel antérieurement formé tandis que ces dépôts ont été poussés et déversés du côté opposé et masquent l'ossature de la colline. On peut déjà l'observer sur la colline de Saint-Denis, où le versant qui domine Vaux montre à nu, sur une très grande longueur, les poudingues anciens de la première progression glaciaire [2]. Dans le coteau des Echelles, la même face sud-est est en pur glaciaire, à peine recouvert par

1. *B. S. G. F.*, (3), XXII, 1894, p. 644, et fig. 10 de la page 645.
2. *B. S. G. F.*, (3), XXII, 1894, p. 315.

places de tufs calcaires postérieurs, et, dans le bas, des alluvions récentes de l'Albarine [1]. Au contraire, sur le versant nord-est (et cela est frappant sur le chemin même qui suit la crête, dont les deux côtés tranchent absolument par leur couleur), une argile plus ou moins brunie, enlevée, je le suppose, par le rabotage du premier versant, emballe les cailloux glaciaires, où les quartzites gardent une quote part prépondérante. Sous cette argile brune, j'ai retrouvé, vers le bas de la pente, au-dessus des maisons de Vareilles, le glaciaire tout à fait pur, mis à nu par une tranchée d'à peine un pied de profondeur. Il semble que la moraine en remontant la première pente ait soulevé l'argile produite par les décompositions superficielles antérieures, et s'en soit fait comme un manteau, qu'elle a déposé au-dessus de ses propres cailloutis sur le versant opposé.

Enfin, sur le versant sud-est de la même colline, on peut voir, pointant au milieu des vignes à travers le glaciaire, l'orifice d'une grotte surbaissée, ayant à peine 1 m. de haut sur 4 ou 5 m. de large, et entièrement tapissée d'un tuf très dur, qui pénètre assez profondément les cailloutis tout autour; ce même tuf forme au-devant de la grotte comme une cascade solidifiée, sur une hauteur de 3 à 4 m. D'autres orifices du même genre, quelques-uns plus ou moins bouleversés, s'observent encore dans le voisinage. Il semble manifeste qu'à un certain moment le ruisseau du Gardon, barré par la moraine, s'est fait jour par ces voies à travers les cailloutis de celle-ci. Cette observation peut-être retenue comme nous révélant l'un des procédés par lesquels les petites rivières secondaires parvenaient à maintenir leur écoulement, malgré les obstacles que le grand glacier opposait à leur cours.

L'Albarine aussi a eu à lutter contre une barrière d'une puissance au moins égale, puisque nous avons vu des deux côtés de sa gorge le glacier s'élever à 350 m. au moins, c'est-à-dire 100 m. plus haut que son cours actuel. On admet généralement, pour expliquer l'absence de tout cailloutis alpin dans sa vallée, en amont de ceux qui viennent d'être rappelés, que cette vallée, comme plusieurs autres, était occupée par un culot de glace au moment de la grande extension du glacier principal. Mais cette glace locale devait progresser malgré et par-dessus la digue qui la retenait, puisque les pluies ou la neige qu'elle recevait en amont devaient nécessairement se déverser d'une façon quelconque. En tout cas, lorsque le glacier principal commença à décroître, le glacier local fonctionna plus largement; j'ai indiqué ailleurs les traces que l'on peut signaler,

1. *Ibid.*, p. 316.

à Bettant et aux environs de la gare d'Ambérieu, de ce glacier à éléments entièrement jurassiens [1].

En suivant toujours la rive droite du grand glacier, nous rencontrons de l'autre côté de la vallée du Gardon, au point 366 de la carte, un nouveau dépôt glaciaire parfaitement complet et caractérisé [2]. C'est le glaciaire tout à fait classique, très net et très frais, sous un revêtement de 2 à 3 mètres d'argile d'autant plus épuisée qu'on approche davantage de la surface, jusqu'à ne plus conserver que des cailloux presque exclusivement quartzeux. Sur les deux versants, nord et sud, du mamelon qu'elle occupe, cette moraine a semé beaucoup de ses éléments plus ou moins dispersés, plus ou moins mélangés aux matériaux du substratum. Seulement, suivant la loi déjà signalée du moutonnage en grand, le versant sud, que remontait le glacier, a été presque entièrement dépouillé de tout son revêtement antérieur, et l'argile miocène y apparaît pure dans la moindre tranchée qui recoupe la surface, à peine remaniée sur quelques décimètres avec mélange de cailloux quartzeux. Au contraire, sur le versant nord, derrière les divers hameaux du Tiret, les cailloux glaciaires sont noyés dans une argile brune beaucoup plus épaisse, provenant en grande partie du rabotage du versant opposé. Ces observations montrent que le vallon du Gardon et celui de Tiret étaient déjà creusés à peu près aussi profondément qu'ils le sont de nos jours, comme l'atteste aussi le glaciaire avec très gros blocs de près d'un mètre cube, striés quand ils sont calcaires, qui a été mis à nu, il y a quelques années, tout au fond du vallon du Gardon, vers son débouché dans la plaine, dans le parc de M. de Tricaud, tout à côté de la localité classique à Vertébrés miocènes [3].

C'est encore au glaciaire que je rapporte, un peu plus au nord, les quartzites qui occupent le sommet du mamelon portant la cote 428 sur la carte. Ils s'élèvent, comme on le voit, à une altitude supérieure à toutes celles que nous avons pu constater jusqu'ici. De plus, ils reposent sur les calcaires jurassiques, comme d'ailleurs le glaciaire de Bettant, à la différence des autres gisements étudiés dans les pages qui précèdent.

En les classant ainsi, je contredis, comme je l'ai déjà fait à deux reprises antérieurement [4], la théorie qui rapporte toutes les nappes de quartzites de cette région à un cours d'eau descendu de la vallée

1. *B. S. G. F.*, (3), XXII, 1894, p. 317, et fig. 1, de la page 303.
2. *B. S. G. F.*, (3), XXII, 1894, p. 637, et fig. 8, de la page 631.
3. *B. S. G. F.*, (3), XXII, 1894, fig. 8 de la page 631, n° 2.
4. *B. S. G. F.*, (3), XXII, 1894, p. 313; et (3), XXVI, 1898, pp. 75 et suiv.

du Suran. Ce mamelon de quartzites (cote 428), que n'avaient pas connu les savants auteurs de cette théorie, lui est particulièrement défavorable, puisqu'il est situé à un point plus élevé que le point de départ (405 m.) du cours d'eau auquel on attribue son origine.

***

Origine des quartzites superficiels du Bas-Bugey

Je crois nécessaire de revenir, avec de nouveaux documents à l'appui, sur la théorie que je viens de rappeler et qui paraît bien surannée dans l'état actuel de la science. Je ne la qualifierai pas d'antédiluvienne; car elle me paraît être exactement contemporaine du diluvium rouge; j'entends de l'époque où l'on croyait au diluvium rouge, comme à une formation ayant une origine tout à fait différente de son substratum. Ces nappes (si elles méritent ce nom) de quartzites ne sont que le produit d'une dissolution énergique, opérant sur des cailloutis de composition très variée, mais à laquelle les quartzites seuls ont pu résister. Grâce à l'obligeance inépuisable de notre confrère, M. l'abbé Béroud, un chercheur émérite, j'ai pu en observer un exemple tout à fait typique à Saint-Jean-de-Thurigneux, au milieu des Dombes, entre Saint-André-de-Corcy et Ars. Là, on exploite tout près du village une belle moraine formant un mamelon complètement isolé. La coupe qui l'a sectionnée du haut en bas sur 15 mètres environ de hauteur et 50 à 60 m. de largeur, permet d'en étudier admirablement la composition. Dans les trois quarts inférieurs, on retrouve sans exception et avec une merveilleuse netteté tous les caractères du glaciaire le plus pur. Il est inutile de les énumérer encore ici. J'ai noté seulement qu'en pleine masse, très loin de la surface, et très loin de toute trace d'altération, les cailloux granitoïdes sont très décomposés; ce qui serait de nature à diminuer l'importance que l'on attache à ce caractère pour établir l'ancienneté, même pliocène, de tels ou tels dépôts. Vers le haut de la coupe, depuis 1 m. environ à partir de la surface jusqu'à 2 ou 3 mètres de cette même surface, c'est-à-dire irrégulièrement avec une puissance de 1 à 2 m., on observe la zone rubéfiée par l'altération qu'opèrent les agents atmosphériques. Les cailloux calcaires y ont à peu près disparu, sauf vers le bas, où la dissolution est de moins en moins avancée; les cailloux feldspathiques sont presque complètement décomposés, quelques-uns sont réduits à une argile (avec quelques grains plus durs), faisant tache par sa couleur sur le limon rouge qui emballe toute la masse et qui colore extérieurement tous les cailloux qui

subsistent. C'est la forme classique qu'on trouve partout, pour la zone rubéfiée. Mais, au-dessus d'elle, dans le dernier mètre qui reste pour atteindre la surface, la décomposition est encore poussée plus loin. La teinte rouge a complètement disparu; au lieu du limon rouge, on observe une argile grise, mêlée d'un peu de sable quartzeux, tachant les galets auxquels elle adhère fortement. Et, en fait de cailloux, il ne reste plus absolument que les quartzites [1]. En certains endroits les quartzites abondent et se touchent tous. — Si ensuite on monte dans le bois qui couvre toute la moitié restante de ce monticule morainique, on y voit le sol entièrement formé par des quartzites roulés plus ou moins gros, depuis la grosseur des deux poings ou même d'une tête, jusqu'aux plus petits galets, et par du sable quartzeux avec faibles restes d'argile grise formant la partie végétale du terrain. C'est exactement l'aspect que présente le sol des bois et des bruyères sur le mamelon coté 428 au-dessus du Tiret près d'Ambérieu, celui à propos duquel j'ai fait ce rapprochement; et, disons-le aussi par anticipation, c'est également le faciès du sol quartziteux du bois de Fromente et du mont Margueron dont il sera question plus loin. Cet épuisement plus complet, cette *dérubéfaction* du sol (pour me servir d'une expression un peu hasardée), sur laquelle je ne crois pas qu'on ait jamais insisté, semble devoir être rapportée en grande partie à l'action des racines des plantes; on l'observe dans les endroits boisés, ou qui l'ont été. On sait que, lorsqu'une argile compacte rouge, ou

1. L'épuisement du sol est en Dombes poussé encore à un degré de plus dans le limon siliceux caractéristique des plaines de cette région, limon des plateaux ou terre goutteuse. Là, les quartzites eux-mêmes ont disparu sous l'influence d'un effrittement dû sans doute à des alternatives de gel et de dégel; la couleur est d'un blond pâle. M. l'abbé Béroud m'a fait observer près de la petite ville d'Ars une coupe (fig. 2) qui fait apparaître la superposition des diverses zones décrites et montre que la rubéfaction des couches est antérieure au dépôt du limon. Seulement le cailloutis qui forme la masse principale du terrain, n'est pas du glaciaire typique, mais du fluvio-glaciaire; car les cailloux ont en partie perdu leurs stries et la boue glaciaire est plus ou moins lavée.

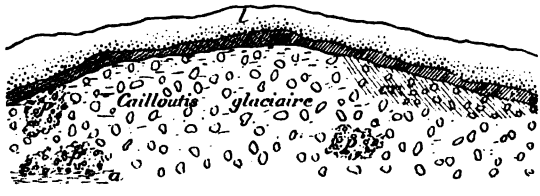


Fig. 2.

l, Loess un peu gris avec petits cailloux à la base; *ar*, Argile rubéfiée; *p*, Poudingue tufeux; *cr*, Zone légèrement rubéfiée; *a*, Argile limoneuse.

d'une teinte voisine, brun rouge ou jaune rouge, se rencontre dans le voisinage de la surface, elle se trouve souvent criblée d'une foule de tubulures irrégulières grises, pénétrant souvent à plusieurs mètres dans sa masse. Et l'on constate que ces tubulures renferment toujours une racine de plante. Ces racines décomposent le sel de fer qui colorait l'argile et qui se trouve entraîné plus loin à l'état soluble; elles détruisent ainsi la coloration de la couche jusqu'à une faible distance tout autour d'elles [1]. On peut observer des faits de ce genre en plusieurs points des environs de Paris, notamment dans la grande carrière de grès d'Orsay, où les sables de Fontainebleau sont surmontés par l'argile à meulières et par les sables de Lozère, emballés dans une argile rouge; ces masses sont entièrement lardées de tubulures grises, au milieu desquelles on voit les racines qui les ont produites. Le même fait est visible dans le département de l'Ain, près d'Ambérieu, au col d'Ambutrix, au-dessus des bois de Bettant: l'argile brun rougeâtre, provenant de la décomposition du glaciaire et signalée plus haut dans un chemin voisin, présente ces veines grises en très grand nombre.

Dans l'argile, où les eaux circulent difficilement et lentement, l'action dérubéfiante ne s'étend qu'à une petite distance autour des racines. On comprend qu'il en soit autrement dans un sol argilo-sableux, où le sable est abondant, comme celui qui résulte de la décomposition des moraines. Les eaux y circulant très facilement, l'action dissolvante, par l'effet de la loi de diffusion, s'étend beaucoup plus loin, et gagne facilement toute la masse.

Notre savant confrère, M. Riche, chef du laboratoire de géologie

1. M. Daubrée, dans sa *Description géologique et minéralogique du Bas-Rhin*, 1852, p. 263, rappelle l'explication qu'il avait donnée antérieurement dans ses *Recherches sur la formation journalière du minerai de fer des marais et des lacs* (Extrait des Annales des Mines, 1846). D'après cette explication, « sous l'influence des racines décomposées », les eaux, découlant de la surface le long de ces racines, se chargent d'acide carbonique. Elles rencontrent dans le sol qu'elles traversent, le péroxyde de fer qu'elles dissolvent, probablement après qu'il a été ramené au minimum d'oxydation par la matière végétale et les gaz réducteurs qu'engendre sa décomposition. Le bicarbonate de protoxyde de fer, qui est soluble, est entraîné par les eaux. Puis, plus bas, une partie de l'acide carbonique se dégageant, le fer se dépose à nouveau dans les couches inférieures. Le même processus peut également se réaliser par l'effet de l'acide crénique, découvert par Berzélius, qui se forme également dans la décomposition des matières végétales. Le crénate de protoxyde de fer, qui est soluble, devient insoluble dès que sa base se péroxyde et le crénate de péroxyde de fer se précipite. Cet effet de décomposition peut se faire sentir, dans les argiles, jusqu'à une distance de 1 à 5 centimètres de la racine. Il ajoute encore que l'humus forme une source lente et continue d'acide carbonique (p. 27).

et chargé de cours à la Faculté des sciences de Lyon, m'a fait part d'une observation tout à fait analogue. A Saint-Georges-d'Espéranche, dans l'Isère, ayant rencontré un mamelon boisé entièrement couvert de quartzites, il s'apprêtait à le marquer sur la carte d'un grand A, comme formation superficielle d'âge indéterminé, lorsque, amené à faire le tour de ce mamelon pour contrôler son diagnostic, il trouva dans une coupe qu'il était tout entier formé du glaciaire le plus pur et le mieux caractérisé.

Examinons maintenant de près le cailloutis qu'on observe au point 428 du plateau des *Brosses* au-dessus du Tiret près Ambérieu. Une partie de ce mamelon est couverte de bois; dans cette partie le sol argilo-sableux, de teinte gris-jaunâtre, est abondant; les galets de quartzite moyens et gros sont épars au milieu des bois et dans le sol du sentier; ils sont de teinte claire, blancs, légèrement teintés de gris ou de jaunâtre. Dans une autre partie du mamelon, le sol est couvert de bruyères et d'une herbe assez rare; il a été beaucoup plus lavé par la pluie. Il laisse voir une petite quantité de terre argilo-sableuse jaune ou rougeâtre; mais il se compose essentiellement de petits cailloux siliceux : par parts égales à peu près, de petits galets arrondis de quartzites, avec quelques jaspes noirs ou rouges, et de débris des chailles siliceuses provenant du Bathonien ou du Bajocien; le sentier en paraît sablé comme une allée de jardin. Les galets moyens ou gros de quartzites sont disséminés çà et là à la surface. On peut estimer leur fréquence à deux ou trois par mètre carré. Si on les casse, à l'intérieur leur teinte est claire, à peine bordée vers la surface d'une lisière un peu plus foncée; mais, en tout cas, ils offrent bien rarement la teinte brune ou lie-de-vin caractéristique des quartzites qui ont été longtemps enveloppés d'argile, qui ont voyagé avec elle, et, par leur surface devenue poreuse, ont absorbé plus ou moins profondément les oxydes de fer ambiants. — En dehors de la zone où j'ai marqué le glaciaire on ne trouve plus que les chailles siliceuses, qui au sein d'une argile jaune rougeâtre forment le sol de tous les bois superposés au Bajocien et au Bathonien [1]; et quelques galets de quartzites de plus en plus rares à mesure qu'on s'éloigne du sommet, et qui existent à l'état très sporadique dans les bois d'Ambérieu et des Allymes.

1. Cette abondance de chailles siliceuses explique un fait qui étonne toujours les botanistes à qui on le révèle; ce fait que les montagnes calcaires du Bugey sont couvertes de bruyères magnifiques sur de très vastes espaces, la bruyère étant essentiellement siliceuse.

En présence de ces observations très précises, peut-on supposer des masses de quartzites venant de la vallée du Suran au sein d'une argile brune dont on ne trouve ici aucune trace; alors que l'on a, pour expliquer leur présence, un agent comme le glacier dont le passage est indéniable partout aux environs, dont l'élévation à cette cote 428 ne présente rien d'anormal, et enfin dont l'action, constatée sur place à Saint-Jean-de-Thurigneux et à Saint-Georges-d'Espéranche, produit des formations absolument semblables à celle dont il s'agit de chercher l'origine? [1].

Si l'on descend à l'ouest de ce mamelon 428, on rencontre d'abord la crête de la falaise jurassique, très démantelée, avec de nombreuses chailles à la surface et quelques bancs calcaires en place. Puis on retrouve des galets de quartzites mélangés dans les vignes avec les éboulis calcaires: on doit noter que ces quartzites, quand ils sont récemment sortis du sol, ont une teinte jaune clair et non pas la teinte brune qu'on leur voit souvent dans les chemins. C'est seulement en bas du talus raide, lorsqu'on arrive au niveau de l'argile miocène, étalé en pentes plus douces, que ces quartzites deviennent tout à fait prédominants. Ils abondent au point de se toucher tous, comme au sommet qui vient d'être étudié; ils sont cependant accompagnés d'un peu plus de terre végétale. Si l'on voulait en trouver une nappe, c'est là qu'on devrait la chercher. Mais en examinant de près leur disposition, on constate qu'ils reposent en couche très mince sur le Tertiaire pur, qui apparaît immédiatement dans les ornières même des chemins. En beaucoup de points ces argiles tertiaires ont conservé leur teinte claire, grise ou jaune, et, si par places elles ont bruni, cela apparaît comme dû uniquement à la culture, ou quelquefois au labourage du glacier, au moment où il apportait les matériaux, peu considérables d'ailleurs, dont les quartzites sont le résidu. Ici encore, avec du glaciaire au-dessus, à l'est, avec du glaciaire largement épanoui en arrière, au sud, glaciaire parfaitement capable de donner un pareil résidu, pourquoi s'aviser d'aller lui chercher une origine lointaine, à laquelle il ne se rattacherait d'ailleurs que par quelques pauvres lambeaux bien faibles et bien espacés.

1. M. l'abbé Béroud a publié, dans le *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Ain* (1900, 1901), un travail très intéressant sur les formations géologiques de la vallée du Suran. Ses conclusions, en ce qui concerne les galets de quartzite qui nous occupent, sont sur ce point tout à fait conformes aux miennes.

***

Reprise de la description locale des cailloutis du Bugey

De Tiret, il faut en effet aller, en franchissant toute la plaine alluviale de Douvres, jusqu'au communal de Merland pour retrouver les quartzites. Ils font notamment complètement défaut, si ce n'est à l'état tout à fait sporadique, aussi bien sur le promontoire miocène qui porte le château de Saint-Gras, que dans le vallon qui le sépare de la falaise jurassienne.

A l'ouest de Merland, surtout dans le communal de ce village, ils occupent encore une certaine étendue, présentent quelque épaisseur, et atteignent la position culminante, qu'ils doivent avoir par rapport au Tertiaire dans la théorie, que je combats, d'une nappe venue de la vallée du Suran. Mais, lors même que ces caractères seraient indiscutables, la seule conséquence que l'on en pourrait tirer, c'est que cette théorie n'est pas réfutée par les observations faites dans cette localité; il ne s'ensuivrait pas qu'elle serait démontrée. Car la théorie glaciaire que je soutiens expliquerait aussi bien ces faits; et, comme d'ailleurs elle seule est admissible pour les localités déjà étudiées et pour les suivantes, comme nous trouvons un témoin indiscutable de la présence du glaciaire encore plus au nord près de Jujurieu, il serait de toute façon plus logique de lui donner la préférence pour l'explication des cailloutis de Merland, puisqu'elle se rattache mieux à l'ensemble des phénomènes observés dans la région.

D'ailleurs l'étendue, l'épaisseur relative et la position des cailloutis de Merland, qui, si on les considère en bloc et vaguement, sont conciliables avec la théorie que je discute, cessent de lui être favorables si on les examine de plus près. D'abord, si les cailloutis atteignent le sommet de la terrasse tertiaire près du village, ils n'y forment pas une masse plus considérable que sur les flancs du coteau, ils ne s'y présentent pas en une nappe horizontale bien définie, d'où l'on pourrait prétendre que tous les autres sont descendus par l'effet des érosions. Ils sont en revêtement sur le substratum, ni plus, ni moins que dans les pentes, plutôt moins que plus. Partout, en effet, leur épaisseur, quoique plus considérable qu'ailleurs, ne dépasse pas 50 centimètres. A la moindre fissure du sol, au moindre gradin dans la pente, on aperçoit tout de suite sous les galets une argile grise veinée de jaune ou de brun, qui pour tout observateur exercé de la région, représente la surface des marnes tertiaires. Cette disposition a été bien

visible ces dernières années au milieu des châtaigniers qui dominent la grange Laporte, où des glissements de terrain avaient formé des gradins séparés par des tranches ou des fissures de près d'un mètre de hauteur. Partout le Tertiaire à l'état argileux ou sableux apparaissait au bas des coupes, et la terre même dans laquelle sont emballés les cailloux se montrait avec les couleurs claires du sous-sol. C'est en effet seulement à la surface du sol que l'argile qui accompagne les galets présente la teinte brune que l'on veut attribuer à toute la formation; là, seulement aussi, les quartzites eux-mêmes en prennent la livrée. Cette teinte est celle que partout les agents atmosphériques ont donnée aux argiles tertiaires quand elles sont exposées à leur action. Enfin, il faut noter que dans ces cailloutis, les galets de toute grosseur sont absolument mélangés, sans aucune trace de triage, depuis les gros, qui atteignent la taille du pied, jusqu'à ceux qui mesurent à peine un centimètre. Là encore, je ne puis voir que le labourage du glacier, dispersant à son passage quelques éléments de sa moraine profonde, dont les quartzites, accompagnés de quelques jaspes noirs, sont le résidu. C'est ce que j'ai appelé le *glaciaire épars*, dans la légende de ma carte, avec la notation *gl.a.* Et le fait que, sur les étendues considérables où les cailloux ne se montrent pas en masse, on trouve à l'état sporadique quelques galets de quartzite (et cela, même sur des points culminants, qui n'ont pas pu les recevoir d'ailleurs) ne ferait que confirmer cette théorie : un glacier qui se respecte ne peut pas ne pas laisser sa carte de visite à son passage.

Si quelque doute pouvait rester sur le classement des cailloutis de Merland à raison de leur disposition, il disparaîtrait bien vite par la constatation que sur le mamelon suivant (en remontant toujours vers le nord), noté par la cote 335, la disposition des cailloux est absolument inverse. Là, en effet, on les trouve seulement au bas de la pente du coteau, des deux côtés du vallon de Jurancieu, dont j'ai parlé ailleurs, aux abords de la grande route d'Ambronay à Saint-Jean-le-Vieux. C'est, sur le flanc gauche du vallon, à la ferme des Blains et un peu au-dessus ; sur le flanc droit, au-dessous du grangeon de *la Piquère*, signalé par un beau bouquet de vieux chênes, à mi-chemin entre la route et la cote 335. Au contraire, sur ce sommet 335 et sur tout le chemin qui, de là, monte en pente douce jusqu'au bois de Fayat, on n'aperçoit partout que l'argile tertiaire, soit dans le chemin, soit dans les vignes; et là, les agents atmosphériques et la culture n'en ont pas même altéré les couleurs, grise, jaune ou noire (par les lignites) suivant les points. Là encore, quelques galets épars de quartzites viennent

corroborer la théorie du passage du glacier. Mais, dans ces régions relativement élevées, il n'existe pas la moindre trace d'une nappe de cailloutis, même d'un mètre carré de surface.

Ici, encore, il faut faire un saut considérable pour retrouver des cailloux roulés qui ne se rapportent pas aux alluvions récentes; il faut franchir tout le reste du coteau tertiaire, jusqu'à Saint-Jean-le-Vieux, et la large plaine alluviale qui sépare ce bourg de celui de Jujurieu (voir le cartouche accompagnant la carte p. 129). Sur le premier mamelon, au nord de cette plaine, derrière la ferme du Chalet (où l'on voit le Pontien en place), au lieu dit autrefois « En paradis » et occupé maintenant par le château et le parc de M. Cyrille Cottin, j'ai marqué encore du glaciaire épars. On y rencontre, en effet, des quartzites assez abondants, disséminés un peu partout, au-dessus des marnes miocènes dont la présence à la superficie se dénote à chaque pas, notamment par l'humidité et même, par le caractère marécageux du terrain. Ces quartzites restent confinés sur ce mamelon et ne s'étendent pas de l'autre côté du chemin conduisant de Jujurieu au hameau de *La Route*, sur le coteau qui se développe depuis le village de Cuquen jusqu'au-delà de celui de La Tuillière. — Sur le versant ouest du mamelon d'« En paradis », on constate des traces de glaciaire plus spécialement caractérisées ; car on y observe, non seulement des quartzites, mais des roches granitoïdes, dioritiques, des jaspes noirs et rouges et autres roches alpines, mêlées dans le sol des vignes à des cailloux calcaires, dont beaucoup sont encore anguleux. Enfin, une entame, située aux 2/3 de la hauteur, fait apparaître la moraine d'un glacier local, composée de cailloutis et de blocs exclusivement calcaires jurassiens, emballés dans une boue glaciaire bien caractérisée. Cette entame est entourée de blocs calcaires, saillants à la surface du sol, d'une grosseur supérieure à celle de la tête, dont plusieurs sont roulés, mais dont quelques-uns sont très anguleux. Ils étaient très abondants dans la tranchée peu profonde faite lors du tracé d'une allée du parc en cet endroit. Un d'entre eux notamment, de calcaire à Polypiers bajocien, absolument anguleux, mesurait 1 m. 50 de long et était visible en hauteur sur 1 m. environ.

Il ne me reste plus, pour atteindre les limites de la carte jointe à cette note, qu'à dire quelques mots des quartzites qui couvrent à son extrémité occidentale le versant sud du bois de Charmontay [1].

1. Ce petit lambeau a été omis dans le dessin du cartouche de la page 129. Il devrait figurer entre le mot « La Route » et le coude du petit ruisseau marqué plus au sud.

Je les ai décrits ailleurs [1], et j'ai discuté leur âge. J'inclinais d'abord à les regarder comme contemporains du Tortonien qui forme le sous-sol de ce bois. Ils nous ont paru, dans une visite plus récente, faite en compagnie de M. Depéret et de M. l'abbé Béroud, avoir un caractère plus superficiel, parce que le sable un peu limoneux qui les contient présente des traces de remaniement. Je n'insisterai pas non plus sur leur classement possible, dans les alluvions du Pliocène supérieur. J'ai déjà, dans une note antérieure [2], écarté cette solution. Ils ne présentent aucune trace précise de lévigation ni de charriage, et les études qui précèdent nous fournissent une explication trop naturelle et trop en harmonie avec les allures générales de la région, pour qu'il paraisse opportun d'en rechercher une autre. Si le glacier a rasé toutes ces collines tertiaires, en déposant sur leurs pentes des moraines dont le résidu a donné des quartzites, il est tout naturel de penser que, remontant aussi le versant sud du bois de Charmontay, y subissant un ralentissement de sa course, il ait abandonné sur ces pentes tortoniennes des éléments du même genre, voués à la même altération sur place. Seulement, au lieu de les emballer dans l'argile, comme il le faisait en passant sur les marnes pontiennes, il les a mélangés au sable de la colline qu'il labourait et qu'il poussait devant lui jusque sur le bord du plateau. Cela explique que ce sable soit si difficile à distinguer du sable sous-jacent et qu'il faille une attention minutieuse pour y constater l'absence de la fine stratification du dépôt tortonien originaire.

Je ne puis omettre d'indiquer, au moins rapidement, que la même explication semble devoir être étendue à trois points que j'ai étudiés précédemment. — Les observations précises faites à Saint-Jean-de-Thurigneux et à Saint-Georges-d'Espéranche et la ressemblance absolue du sol de ces moraines avec les sommités à quartzites du bois de Fromente [3] montrent que le degré très avancé de la décomposition des cailloux granitoïdes, à la surface des dépôts, n'est pas un signe certain de leur antiquité ; elles me paraissent tout à fait décisives en faveur de l'attribution de ces dépôts au glaciaire ; d'autant plus que l'irrégularité de ces mamelons fournit un argument frappant en faveur de leur caractère morainique. Cette solution, si elle était admise, tarirait à sa source, dans la vallée même du Suran, le cours d'eau prétendu porteur de l'argile brune à quartzites, qui se serait, dit-on, épanché sur les contreforts ter-

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, pp. 20 et suiv.
2. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, pp. 76-77.
3. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, p. 22.

tiaires du Bugey. — J'attribuerais aussi au glaciaire épuisé les dépôts du même genre, qui couvrent tout le plateau suprajurassique entre Neuville-sur-Ain et Pont-d'Ain. Ce qui me les fait ranger de préférence dans le glaciaire ou le fluvio-glaciaire plutôt que dans le Pliocène supérieur, c'est l'abondance sur plusieurs points de gros galets de quartzites et d'autres roches, mesurant jusqu'à 50 centim. de diamètre, et dont le transport à cette distance me paraît au-dessus des forces du fleuve pliocène, telles que nous les connaissons par les nombreux exemples que nous fournissent les Dombes. J'ai même observé un bloc de granite de 30 centim. de long, resté tout à fait anguleux, et peu altéré, qui paraît topique en faveur de l'origine glaciaire. — Enfin, c'est encore à la même formation que je rapporterais les fameux cailloutis du mont Margueron [1], où l'on observe très bien, dans le chemin venant de Cruix, à son entrée dans le bois, avec des quartzites très abondants, des galets de granite, de diorite, de calcaires noirs; les granites sont peu altérés eu égard à leur enfouissement tout près de la surface. Dans les berges du chemin, à travers bois, on observe le mélange de cailloux de toutes grosseurs et de sable grossier, comme dans le glaciaire. Les quartzites sont très gros, ils atteignent jusqu'à 25 et même 30 centim. de diamètre [2]. Ils sont noyés, non pas dans une argile brune, mais dans un limon jaune, analogue à la boue glaciaire légèrement remaniée, presque sur place. En un ou deux points seulement, la masse des quartzites est surmontée d'une argile brune à tubulures grises produites par les racines, telle que j'en ai signalé au-dessus du glaciaire au col d'Ambutrix. Enfin, sur tous les points un peu culminants du bois, on observe un limon jaune, tout à fait pareil au limon post-glaciaire qui donne le terrain goutteux de la Bresse, et que j'ai montré ci-dessus dans la coupe du vallon d'Ars. Si l'on observe que le mont Margueron se trouve en plein sur le bord du plateau des Dombes, on se demandera pourquoi, préoccupé des quartzites sans observer les roches qui y sont mélangées, on a voulu voir là autre chose qu'une de ces nombreuses moraines qui couvrent ce plateau, et dont des témoins indéniables se font voir tout près de là, entre Varambon et le pont du Suran.

1. Dont j'ai parlé aussi : *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, p. 22.

2. Sur le versant ouest du mont Margueron, près de Mossand, j'ai même observé un bloc roulé de quartzite mesurant de 45 à 50 centimètres de long.

NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LES *LITHOTHAMNIUM* DES TERRAINS TERTIAIRES D'ALGÉRIE

par M. J. SAVORNIN

On sait que les terrains tertiaires qui existent en Algérie contiennent tous des niveaux à *Lithothamnium* (calcaires à Mélobésies *auct.*). De nombreux échantillons de ces calcaires, provenant de points très variés du territoire algérien, se trouvent au laboratoire de l'École supérieure des Sciences d'Alger. Ils ont été rapportés par MM. Brives, Debray, Ficheur, Flamand et Pomel [1]. L'étude de ces échantillons pouvait offrir quelque intérêt et je l'ai entreprise, sous l'inspiration de mon savant maître, M. Ficheur.

Dans ce but j'ai pratiqué une série de coupes minces de ces roches. L'examen microscopique de ces préparations m'a déjà conduit à quelques résultats que je vais exposer sommairement, me réservant de donner plus tard un travail plus complet.

Les restes végétaux dont il s'agit se trouvent, dans l'*Éocène inférieur* et *moyen*, à l'état de fragments mêlés à des Foraminifères variés (comme dans le *marbre granitique* des Alpes). Les échantillons que j'ai étudiés proviennent, pour le Suessonien, de la région occidentale (département d'Oran), et pour le Lutétien, de la Kabylie.

Dans le *Miocène*, c'est surtout dans la région occidentale que des niveaux de calcaires dits *à Mélobésies* ont été signalés [2] : le premier dans le *Miocène inférieur* (Cartennien, Pomel), deux autres dans le *Miocène moyen* (Helvétien et Tortonien), un dernier enfin dans le *Miocène supérieur* (Sahélien, Pomel). Les *Lithothamnium* y sont souvent encore à l'état de simples débris, mais quelquefois aussi des individus complets peuvent s'y trouver. En dernier lieu, la *mollasse pliocène* contient, particulièrement aux environs même d'Alger, de nombreux fragments, ou des tubérosités entières de *Lithothamnium*.

Je puis, dès à présent, donner quelques déterminations spécifiques, surtout pour les échantillons de l'*Éocène moyen* et pour ceux du *Pliocène*. Dans les autres niveaux se trouvent des espèces que

1. M. Flamand les avait réunis à côté d'un certain nombre de types vivants provenant surtout de la baie d'Alger. Une intéressante collection avait ainsi été constituée, pour des études comparatives.

2. Brives. Thèse de doctorat.

je n'ai pu assimiler à aucune de celles qui ont été décrites jusqu'ici. J'aurai donc à en faire plus tard une diagnose.

Les formes déjà décrites dans les terrains d'Europe sont les suivantes :

1° Lithothamnium nummuliticum Gümb.

Cette espèce existe dans l'*Éocène moyen* à *Nummulites aturica* (étage A, *Lutétien inférieur*), et probablement aussi dans le *Suessonien*.

A vrai dire, la diagnose de M. Gümbel [1] ne permet guère une détermination précise, surtout lorsqu'on ne dispose que de fragments de l'Algue, ce qui en réduit l'étude à l'examen anatomique. Cet auteur indique, comme caractère principal, les dimensions des éléments cellulaires en section longitudinale : 8 μ sur 15-16 μ. Or, il se trouve que pour la plupart des espèces de *Lithothamnium* ces dimensions sont variables dans d'assez larges limites. Mais une étude plus complète, une véritable monographie du *L. nummuliticum* au point de vue anatomique, a été donnée par M. Früh [2], qui, après une série de mesures des éléments cellulaires du tissu végétatif, décrit les organes de reproduction sexués et asexués de cette espèce. J'ai pu reconnaître,

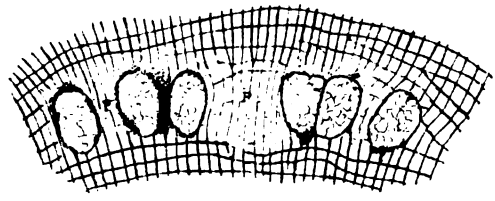


Fig. 1. — *Lithothamnium nummuliticum* Gümb. — Lutétien (Zardezas n° 1). — Groupes de tétrasporanges en section longitudinale ; P, Paraphyses. — Les cavités des sporanges sont remplies de calcite transparente. — Echelle 140/1.

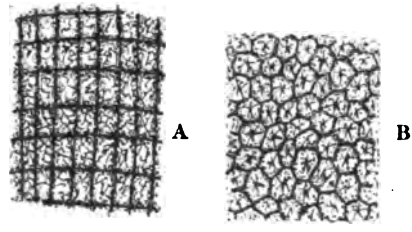


Fig. 2. — *Lithothamnium nummuliticum* Gümbel. — Lutétien (Zardezas n° 1). — A, Sections longitudinales de cellules normales ; B, Sections transversales. — Echelle 280/1.

1. Die sogenannten Nulliporen. Erster Theil : Die Nullip. des Pflanzenreichs (*Lithothamnium*) von C.-W. Gümbel. *Abhandlungen der K. Bayer. Akad. d. Wissensch.*, XI Bd., 1871.

2. Gesteinbildende Algen der Schweizer Alpen. *Mémoires de la Soc. pal. suisse*, vol, XVII, 1890.

dans quelques préparations, des tétrasporanges (fig. 1) dont la situation dans le thalle et les dimensions concordent parfaitement avec celles qu'indique l'auteur suisse. Quant aux cellules du thalle stérile, leur forme, sinon leurs dimensions absolues, est assez constante : Dans les sections parfaitement longitudinales, ce sont des rectangles à longueur sensiblement double de la largeur. Les dimensions moyennes, celles qu'on peut constater le plus fréquemment (fig. 2), sont d'ailleurs bien celles qu'a données M. Gümbel.

Dans une préparation de l'*Éocène inférieur* (Arlal [1], n° 3), j'ai rencontré des cavités ovales, courbes (situées dans des zones périclines), qui m'ont paru être des cystocarpes (fig. 3). Leurs dimensions ne sont pas exactement celles qu'indique M. Früh chez *L. nummuliticum* ; ils sont sensiblement plus larges, avec la même hauteur. Ils mesurent en moyenne : 0 mill. 50 × 0 mill. 10 au lieu de : 0,30 × 0,10. Les éléments du tissu végétatif correspondent cependant, pour plusieurs échantillons du même niveau (Suessonien), à ceux de l'espèce de M. Gümbel, qui aurait alors ici une extension verticale assez grande. Il ne faudrait pas s'en étonner du reste, puisque dans les Alpes suisses elle est signalée aussi bien dans le Lutétien et le Bartonien que dans le Londinien [2]. Son extension géographique est aussi remarquable puisqu'elle existe dans toute la bande éocène, jalonnée par des récifs à *Lithothamnium*, depuis le Rhône, en Suisse, jusque dans la Bavière et l'Autriche [3].

Fig. 3. — *L. nummuliticum* Gümbel (?). — Arlal n° 3. — Section longitudinale d'un rameau montrant les cavités des *cystocarpes* surbaissées et les *zones périclines* alternativement claires et foncées. — Echelle 6/1.

Vers le rivage méridional de la Méditerranée nummulitique, la même Algue a également contribué à la construction de calcaires organiques dans lesquels ses débris, plus ou moins abondants, sont mêlés à des Foraminifères nombreux des genres : *Nummulites*, *Orthophragmina*, *Operculina*, etc.

1. Département d'Oran.
2. Früh. *Loc. cit.*, p. 29.
3. Ibid. et Gümbel. *Loc. cit.*

2° Lithothamnium ramosissimum Reuss.

Cette espèce est surtout remarquable par les grandes dimensions de ses cellules : 15 μ × 20 μ. J'en ai rencontré des fragments (que je n'ai pu reconnaître qu'à ce seul caractère du reste) dans une préparation exécutée depuis plusieurs années par M. Flamand (fig. 4). Mais je ne crois pas l'avoir retrouvée dans d'autres échantillons. Cette détermination peut donc prêter à controverse. La préparation dont il s'agit est prise dans un calcaire des environs d'Orléansville : ce serait de l'*Helvétien supérieur* (Pomel) ou *Tortonien*. Or, c'est précisément à ce niveau que le *L. ramosissimum* existe dans les Alpes : dans le calcaire de la Leitha. Cette coïncidence est bien un indice de plus en faveur de l'existence de la même espèce en Algérie.

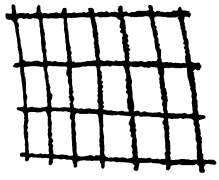


Fig. 4. — *Lithothamnium ramosissimum* (Reuss). — Schéma de réseau cellulaire observé dans un échantillon d'Orléansville (préparation de M. Flamand). — Miocène moyen. — Echelle 280/1.

3° Lithothamnium pliocænum Gümbel.

Une forme chez laquelle les dimensions des éléments cellulaires offrent une constance remarquable est celle qu'on trouve en

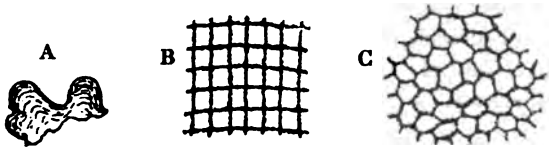


Fig. 5. — *Lithothamnium pliocænum* Gümbel.

A, Fragment de section longitudinale (suivant un grand cercle de la tubérosité), montrant les rameaux courts et robustes et la disparition des axes périclines. Bois de Boulogne (Mustapha), grandeur naturelle. — B, Réseau cellulaire en section longitudinale ; C, Réseau cellulaire en section transversale, échelle 280/1.

grande abondance, dans la mollasse pliocène, dans tout le Sahel d'Alger et au cap Figalo [1]. Je peux dire que toujours ces cellules,

1. Département d'Oran.

en section longitudinale, se montrent presque carrées, mesurant 9 μ × 10 μ. Les préparations de cette Algue se distinguent par là nettement à première vue, par exemple de celles du *L. nummuliticum*. De plus, dans le Pliocène, comme parfois dans le Miocène, on peut rencontrer des individus complets, ce qui permet de comparer la forme extérieure. Pour les *Lithothamnium* du Pliocène inférieur algérien, la morphologie et l'anatomie concordent parfaitement avec la description donnée par M. Gümbel de son *Lith. pliocænum* de l'Astien (Monte Mario).

C'est donc encore une espèce qui a vécu simultanément sur les deux rives d'une ancienne Méditerranée.

Espèces non décrites. — Les échantillons du *Miocène inférieur* ne m'ont fourni jusqu'ici que des caractères négatifs. De nouvelles préparations sont nécessaires pour y trouver les éléments de distinction d'une espèce. Pour l'*Helvétien*, j'ai constaté la présence fréquente, dans certaines préparations, de cystocarpes nettement différents, par leur forme très peu surbaissée, de ceux d'Arlal. M. Gümbel ne donne que de vagues indications sur ces cavités chez l'espèce du calcaire de la Leitha. D'autre part, les dimensions ordinaires des cellules dans mes échantillons sont bien inférieures à celles que cet auteur donne comme caractéristiques du *L. ramosissimum*. Enfin, les ramifications sont beaucoup plus robustes dans les échantillons algériens.

Le *Miocène supérieur* du cap Figalo contient une espèce nettement caractérisée par sa forme extérieure — car les échantillons sont bien conservés — et par les sections de ses cellules. Ces deux ordres de caractères distinguent parfaitement cette espèce du *L. pliocænum* Gümbel, qui existe aussi au cap Figalo, dans des couches *pliocènes*.

NOTE
SUR L'INFRALIAS DE LA VENDÉE
ET SPÉCIALEMENT SUR UN GISEMENT SITUÉ DANS LA COMMUNE DU SIMON-LA-VINEUSE

par MM. C. CHARTRON (Stratigraphie)
et M. COSSMANN (Paléontologie).

(Planches III et IV).

STRATIGRAPHIE

L'Infralias occupe, en Vendée, une assez grande étendue, représentée par une bande de terrain courant du sud-est au nord-ouest, affectant toute la bordure des terrains anciens, sur lesquels il se trouve en transgression, le Trias faisant absolument défaut dans toute cette région.

Composée de bancs plus ou moins stratifiés, la partie supérieure de l'Infralias est toujours facile à reconnaître, plutôt par sa couleur généralement brune, que par sa faune dont l'absence est presque générale sur la plus grande partie de son étendue.

Comme type de la stratigraphie de ce terrain dans la région précitée, nous ne pouvons mieux faire que de reproduire ci-dessous une coupe prise dans la commune du Simon-la-Vineuse (Vendée), près du chemin de grande communication de Sainte-Hermine à Bournezeau, et à 1500 mètres environ de la première de ces deux localités. L'Infralias présente, en effet, dans cet endroit, une heureuse exception, au point de vue de la faune, relativement à la plupart des autres coupes où ce terrain affleure, soit naturellement, soit artificiellement ; c'est ce qui nous décide à choisir de préférence ce gisement, plutôt que ses voisins.

Comme l'indique la figure 1, cette coupe comprend, entre les schistes anciens (n° 1) et le Lias moyen (n° 5), qui est bien caractérisé par la présence de *Gryphæa cymbium*, trois bancs superposés, dont l'allure est à peu près horizontale.

Le banc n° 2, en commençant par la partie inférieure, est de beaucoup le plus épais : sa puissance totale est d'un mètre environ, mais la stratification en est mal définie, de sorte que l'on ne peut

affirmer qu'il ne constitue qu'un seul banc, ou qu'il se subdivise en plusieurs autres. Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, il repose en transgression sur les schistes sériciteux [1] ; il est composé d'un calcaire jaunâtre, renfermant de petites oolithes en telle quantité que la roche en est, pour ainsi dire, pétrie.

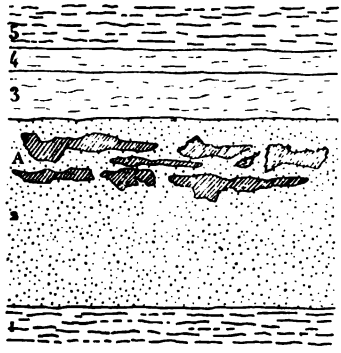


Fig. 1. — Coupe de l'Infralias dans la commune du Simon-la-Vineuse (Echelle de 0 m. 025 pour 1 mètre).

Mais, à mesure qu'on s'élève dans ce banc, sa composition pétrographique change : les petites oolithes disparaissent peu à peu, la roche commence à prendre une teinte brune bien caractéristique, avec des parties bleuâtres par places, qui donnent à l'ensemble un aspect tout particulier. On arrive ainsi à la partie tout-à-fait supérieure de ce banc, qui est la plus intéressante, et sur laquelle il y a lieu d'appeler tout particulièrement l'attention des géologues, attendu que c'est elle qui contient précisément les éléments organisés qui nous ont permis de nous faire une opinion sur son âge.

C'est, en effet, à ce niveau que se rencontrent, en assez grand nombre, des poches isolées, désignées par la lettre A, sur notre coupe ; ces poches ou parties caverneuses, plus ou moins grandes, affectent toutes les formes et contiennent un sable roux très foncé, siliceux, dans lequel se trouvent de rares débris de Crustacés, beaucoup de Mollusques (Gastropodes et Pélécypodes), des Brachiopodes, des Echinides et des Zoophytes, le tout de petite taille en général, dans un état de conservation généralement satisfaisant, le test ayant été métamorphisé par le sable qui les entoure et les remplit en se durcissant souvent.

Cette partie du banc répond assez exactement à la définition des « cargnieules » dont parle M. Dieulafait, dans son intéressant mémoire sur l'Infralias du Sud-Est de la France.

D'après ce que nous venons de dire de cette faune où les Céphalopodes font absolument défaut, et de son mode de dépôt dans des poches isolées, on est en droit de penser qu'il s'agit de petites anses littorales, déjà d'une époque postérieure à la formation de la

1. Les schistes à séricite sont indiqués par M. de Lapparent (Traité de géol., 4e éd., V. II, p. 764) comme étant produits par l'action du massif granitique sur les phyllades précambriennes de la Vendée.

partie inférieure du banc n° 2, et recouvertes assez rapidement dans une mer peu agitée, puisque les oolithes n'existent plus à la partie supérieure de ce banc. Au-dessus de ce banc n° 2, nous en trouvons deux autres (nos 3 et 4) beaucoup plus minces, bien distincts, quoique identiquement composés d'un calcaire oolithique, jaunâtre, absolument dépourvu de fossiles. Ils sont immédiatement subordonnés à des bancs (n° 5) d'une puissance d'environ 2 mètres, composés de calcaires plus au moins bleuâtres, alternant avec des marnes de la même teinte, et contenant, vers la base, *Gryphæa cymbium*, de sorte que le doute n'est pas permis, et qu'il est bien certain que ces bancs n° 5 sont du Lias moyen. Il n'y a donc qu'à préciser l'âge des trois premiers bancs.

Pour le banc n° 2, il n'y a guère d'hésitation possible qu'entre le Sinémurien et l'Hettangien; car le Trias ni le Rhétien ne paraissent exister en Vendée, et un premier examen de la faune des poches A nous permet d'affirmer qu'elles ne contiennent aucune espèce triasique ou rhétienne. Tout au contraire on distingue, parmi les Pélécypodes, un bon nombre de *Sinemuria*, et parmi les Gastropodes, seuls étudiés en détail jusqu'à présent, on constate l'existence de plusieurs espèces certainement identiques à des formes d'Hettange dans la Lorraine annexée, ou du Somersetshire en Angleterre. L'absence de Céphalopodes elle-même est un trait de plus qui rapproche la faune que nous étudions de celle de l'Hettangien, qui paraît partout très pauvre en Ammonoïdés, tandis que le Sinémurien est bien plus riche à ce point de vue.

Dans ces conditions, il nous paraît bien probable que le banc n° 2 appartient à l'étage Hettangien plutôt qu'au Sinémurien. Quant aux bancs minces nos 3 et 4, qui sont dépourvus de fossiles et qui sont certainement plus anciens que le Lias moyen, faut-il les rattacher au même étage Hettangien, ou bien représentent-ils précisément le Sinémurien, de manière à constituer la série ininterrompue des dépôts du Lias ? Nous ne pouvons, avec les matériaux dont nous disposons actuellement, que faire des hypothèses à cet égard; leur composition pétrographique paraît plutôt se rapprocher de celle de la partie inférieure du banc n° 2; mais, d'autre part, nous n'avons pu découvrir aucun témoin d'une émersion momentanée du rivage, de sorte qu'avant de nous prononcer définitivement, il faut attendre qu'une occasion nous fournisse des preuves plus précises que celles qui peuvent résulter d'un caractère aussi trompeur que le faciès pétrographique [1].

1. Nous ne pouvons nous dispenser de rappeler ici que l'existence de l'Infralias dans la Vendée a déjà fait l'objet d'une communication de

PALÉONTOLOGIE

Les fossiles que nous allons décrire, et qui ont été recueillis par M. Chartron dans les poches dont il vient d'être question, proviennent, pour la plupart, du gisement du Simon-la-Vineuse ; les autres gisements explorés, qui ont aussi fourni quelques matériaux sont : La Chapelle-Themer, Saint-Cyr-en-Talmondais au lieu dit « Revroc », Mareuil-sur-le-Lay au lieu dit « Salidieu », Saint-Juire-Champgillon, Bessay.

Seuls, les Gastropodes de cette faune ont jusqu'ici été l'objet d'une étude détaillée ; nous commencerons donc notre monographie par cette classe de Mollusques, nous réservant de publier ultérieurement les Pélécypodes avec les Brachiopodes, et de soumettre les autres débris organisés à des spécialistes compétents. L'ordre suivi, pour l'énumération des espèces, est celui du manuel de Fischer, amendé par nos « Essais de Paléoconchologie comparée (Livr. I et II) ».

Striactæonina turgida [Terq.].

(Pl. III, fig. 9).

1855 *Orthostoma turgida, triticum, frumentum* Terquem. *M. S. G. F.*, (2), V, n° 2, p. 260, pl. XV, fig. 5-7.
1865. — *turgida, triticum, frumentum* Terq. et Piette. *Id.*, VIII, p. 40.
1867. — *frumentum* Moore. *Quart. Journ.*, V. XXVIII, p. 525.
1892. *Actæonina frumentum* Hudl. et Wils. Brit. jur. Gastr., p. 27.
1895. *Striactæonina turgida* Cossm. Contrib. Pal. fr. terr. jur. *M. S. G. F.*, [*Paléontologie*, V et VI], n° 14, p 30, pl. I, fig. 46-47.

Observations. — Je crois nécessaire de donner une nouvelle figure de cette espèce, d'après un excellent échantillon de la Vendée qui a tout à fait l'aspect du type figuré par Terquem ; les figures vues de dos, qui représentent *O. triticum* et *frumentum*, montrent une rampe postérieure moins carénée ; mais on trouve aussi, dans la Vendée, des échantillons plus frustes, tels que celui que j'ai cité en 1895, et dont la rampe semble plus arrondie que chez le plésiotype très frais, dont il s'agit ci-

M. Baron, à la séance du 4 mai 1885 (*B. S. G. F.*, [3], XIII, p. 476) ; cette communication portait principalement sur le gisement de l'Hermenault, dont la coupe n'est pas absolument identique à celle du gisement du Simon-la-Vineuse ; néanmoins, quoique M. Baron n'ait désigné aucun fossile, il attribuait aussi ce gisement à l'Infralias.

dessus. En définitive, je persiste à penser que les trois formes décrites par Terquem n'appartiennent qu'à une seule espèce : *S. turgida*.

Plésiotype. — Mareuil-sur-le-Lay (Pl. III, fig. 9), au lieu dit « Salidieu ». Bessay, plusieurs individus moins carénés.

Striactæonina avena [Terq.].

(Pl. III, fig. 3-4).

1855. *Orthostoma avena* Terq. *Loc. cit.*, p. 260, pl. XV, fig. 8.
1867. — — Moore *Quart. Journ.*, V. XXVIII, p. 564.
1892. *Actæonina avena* Hudl. et Wils. Brit. jur. Gastr., p. 26.
1895. *Striactæonina avena* Cossm. *Loc. cit.*, p. 26, pl. I, fig. 36-37.

Rapports et différences. — Très voisine de l'espèce précédente par sa rampe inférieure et carénée, celle-ci s'en distingue par son galbe plus étroit et moins ventru, par sa spire plus longue, par son ouverture plus courte. Je n'ai pu distinguer, sur les échantillons de la Vendée, les stries basales, mentionnées dans la description de cette espèce; mais on y aperçoit très bien le sillon caractéristique qui surmonte la rampe inférieure de chaque tour de spire.

Plésiotype. — Mareuil-sur-le-Lay (Pl. III, fig. 3-4) au lieu dit « Salidieu ». Le Simon-la-Vineuse, plusieurs individus.

Ovactæonina Chartroni Cossm.

(Pl. III, fig. 8).

1895. Contrib. à la Pal. franç. des terr. jur. Opisthobr. *M. S. G. F.*, [*Paléontologie*, V et VI], n° 14, p. 34, pl. V, fig. 46-47.

Observations. — Il n'y a rien à ajouter à la description que j'ai donnée de cette petite espèce, dans ma précédente étude sur les Opisthobranches jurassiques, ni aux comparaisons que j'en ai faites avec ses congénères du Lias. Pour éviter toutefois aux lecteurs de la présente monographie l'obligation de se reporter au mémoire précité, j'en donne une nouvelle figure, d'après l'échantillon-type.

Type. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 8); peu rare.

Cylindrobullina peracuta nov. sp.

(Pl. IV, fig. 11).

Taille moyenne ; forme fusoïde, ovoïdo-conique ; spire un peu allongée, non étagée, pointue, presque extra-conique vers le sommet, tours nombreux, lisses, peu convexes, dont la hauteur atteint la moitié de la largeur, séparés par des sutures rainurées, dépourvus de rampe inférieure. Dernier tour supérieur aux deux

tiers de la hauteur totale, ovale, à base imperforée et lisse. Ouverture en forme de pépin, sans bec antérieur ; columelle visiblement renflée au milieu par une callosité spirale, pliciforme.

Dimensions. — Longueur probable : 21 mill.; diamètre : 7 mill.

Rapports et différences. — Par sa forme élancée et par sa spire non étagée, cette coquille, malheureusement mutilée, ressemble beaucoup plus à un *Actæonina* qu'à un *Cylindrobullina*; mais le renflement médian et spiral de la columelle en fixe le classement dans ce dernier genre où elle occupe une place tout à fait à part. Elle a le galbe plus étroit et la spire plus longue qu'*Ovactæonina Chartroni*, qui s'en distingue d'ailleurs par ses stries basales et par sa rampe suprasuturale.

Type. — La Chapelle-Themer (Pl. IV, fig. 11), unique.

Cylindrobullina acuminata [Piette].

(Pl. IV, fig. 12).

1856 *Actæon acuminatus* Piette. *B. S. G. F.*, (2), XIII, p. 206, pl. X, fig. 23.
1865. *Tornatella acuminata* Terq. et Piette. *M. S. G. F.*, (2), VIII, n° 1, p. 39, pl. II, fig. 11-13.
1895. *Cylindrobullina ? acuminata* Cossm. *Loc. cit.*, p. 46, pl. V, fig. 44-45.

Observations. — Je ne connais toujours que l'unique échantillon mutilé, que j'ai précédemment assimilé à l'espèce de Piette et qui paraît un peu plus trapu que le type figuré par Terquem et Piette des Ardennes. Le point d'interrogation que j'avais mis au sujet de la détermination générique, me paraît actuellement à supprimer : cette coquille a tout à fait le galbe et la surface lisse d'un *Cylindrobullina*.

Rapports et différences. — Tout d'abord, si on compare *C. acuminata* à la nouvelle espèce que je viens de décrire dans le même genre (*C. peracuta*), on trouve qu'il n'y a aucune ressemblance, puisque cette dernière a plutôt le galbe d'un *Actæonina*. *C. acuminata* doit plutôt être rapproché de *C. elongata* Moore; toutefois celui-ci a une forme plus cylindrique et la spire beaucoup plus courte; au contraire, *C. secalis* Terq. paraît plus ovale, avec une spire moins allongée, et il en est de même de *C. oryza* Terq., tandis que *C. milium* a, au contraire, un galbe plus étroit, des tours plus élevés et une spire plus allongée. Toutes ces espèces sont évidemment très voisines les unes des autres, elles ne sont pas toutes en bon état de conservation, et généralement on ne connaît qu'un ou deux exemplaires de chacune d'elles; de sorte qu'il n'est pas certain qu'elles ne soient pas de simples variétés d'une même forme assez répandue dans les gisements de cet âge. En ce qui concerne plus particulièrement la provenance de la Vendée, il est probable que si l'on recueille ultérieurement de bons échantillons de cette coquille, on sera obligé d'en faire une espèce distincte de *C. acuminata*, et surtout mieux caractérisée.

Plésiotype. — Bessay (Pl. IV, fig. 12), unique.

Cylindrobullina bulloides nov. sp.

(Pl. III, fig. 1).

Taille très petite ; forme ovale, bulloïde et ventrue ; spire très courte, à galbe conoïdal ; 4 ou 5 tours convexes, un peu étagés, très étroits, lisses, séparés par des sutures linéaires, sans aucune rampe inférieure. Dernier tour formant presque toute la coquille, ovale-arrondi, graduellement atténué à la base qui est imperforée, sans aucune trace de stries en avant. Ouverture très étroite en arrière, élargie en avant ; contour supérieur non anguleux, dépourvu de bec ; columelle excavée en arrière, paraissant un peu renflée au milieu, se raccordant avec le contour supérieur.

Dimensions. — Hauteur : 4 mill. ; diamètre : 2 mill. 1/2.

Rapports et différences. — Beaucoup plus trapue et encore moins cylindrique que *C. fragilis*, cette petite coquille s'en distingue surtout par la brièveté de sa spire, dont les tours sont à peine étagés. On ne peut la comparer à *C. acuminata*, qui a un galbe absolument différent, et dont la spire est assez longue. D'autre part, son ouverture paraît bien celle d'un *Cylindrobullina*, et ne comporte ni le bec, ni les stries basales, ni le bourrelet ombiliqué des *Sulcoactæon*.

Hors du Lias, on ne trouve guère qué *C. scarburgensis* Lyc., du Bathonien inférieur de Boulogne et d'Angleterre, qui y ressemble par sa forme gonflée et par sa spire courte; mais l'espèce bathonienne a les tours un peu plus élevés et bordés d'une faible rampe postérieure; en outre, son bord columellaire est détaché de la base.

Type. — Mareuil-sur-le-Lay, au lieu dit « Salidieu » (Pl. IV, fig. 1), unique.

Cylindrobullina arduennensis [Piette].

(Pl. III, fig. 2).

1856. *Actæonina arduennensis* Piette. *B. S. G. F.*, (2), XIII, p. 206, pl. X, fig. 20.
1865. *Orthostoma arduennense* Terq. et Piette. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 40, pl I, fig. 26-28.
1895. *Cylindrobullina arduennensis* Cossm. *Loc. cit.*, p. 48, pl. II, fig. 27.

Observations. — Le petit échantillon de la Vendée que je rapporte à l'espèce de l'Est de la France, ressemble complètement à la figure publiée dans le mémoire de Terquem et Piette, ainsi qu'au plésiotype reproduit dans ma récente monographie des Opisthobranches jurassiques. Peut-être sa spire est-elle un peu plus courte, mais il faut tenir compte de sa petite taille ; cette seule différence ne justifierait pas la séparation d'une espèce distincte. Son ouverture, à peu près intacte, répond bien à la diagnose générique de *Cylindrobullina*, et d'ailleurs,

la coquille ne présente aucun des caractères de *Striactæonina*, de sorte que l'on ne peut admettre qu'il s'agit d'un individu peu gonflé de *S. turgida*, espèce assez fréquente et un peu variable dans les gisements de la Vendée.

TYPE. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 2), unique.

CYLINDROBULLINA ORYZA [Terquem].

(Pl. III, fig. 7, et Pl. IV, fig. 22-23).

1855. *Orthostoma oryza* Terq. *M. S. G. F*, (2), V, n° 2, p. 260, pl. XV, fig. 9.
1895. *Cylindrobullina oryza* Cossm. *Loc. cit.*, p. 45, fig. 5.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Ainsi que je l'ai indiqué dans ma monographie des Opisthobranches jurassiques, cette petite coquille paraît se distinguer de *C. fragilis* par sa spire un peu plus allongée, par ses tours un peu plus étagés aux sutures. Elle est moins trapue et beaucoup plus petite que *C. acuminata*; enfin, elle est plus étroite que *C. secalis*, et elle s'en écarte en outre par son dernier tour plus court. J'avais hésité à conserver cette espèce, dont le type original paraît égaré, et je m'étais borné à en reproduire la figure; les échantillons de la Vendée fixent définitivement ce point obscur.

NÉOTYPES. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 7, et Pl. IV, fig. 22-23), sept individus.

CERITHIELLA WELSCHI nov. sp.

(Pl. III, fig. 13-14).

Taille au-dessous de la moyenne ; forme étroite, turriculée ; spire subulée, à galbe conique; environ 14 tours plans, faiblement étagés à la suture qui est bordée en dessus par une bande parfois un peu saillante ; leur surface n'est pas complètement lisse, et la région située au-dessus de cette bande porte des stries d'accroissement obliquement rétrocurrentes, qui se transforment, chez certains individus, en plis fasciculés et réguliers. Dernier tour à peine supérieur au tiers de la hauteur totale, arrondi a la base qui est courte, convexe, imperforée, dépourvue d'ornementation. Ouverture peu élevée, subrhomboïdale, terminée en avant par un bec court, tordu et assez large ; labre mince, convexe, très obliquement rétrocurrent vers la bande suprasuturale, sur laquelle il forme un profond sinus ; columelle courte, rectiligne au milieu, infléchie le long du bec ; bord columellaire étroit, un peu calleux.

DIMENSIONS. — Longueur : 11 mill.; diamètre : 3 mill.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — On ne connaît, jusqu'à présent, dans

le Lias, qu'un seul représentant très douteux du genre *Cerithiella*, (*Orthostoma exile* Mart.), et encore cette espèce appartient à un autre groupe, tandis que l'espèce vendéenne se rapproche plutôt des formes bathoniennes, telles que *C. minuestriata*, quoiqu'elle soit cependant plus étroite, et que ses plis obsolètes ressemblent à ceux de *C. Deshayesea*, du Rauracien.

TYPES. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 13-14). cinq échantillons.

NERINELLA GROSSOUVREI Cossm.

(Pl. IV, fig. 1 et 7).

1896. Essais Pal. comp., Livr. II, p. 36, pl. II, fig. 9-11.
1898. Contrib. à la Pal. franç. des terr. jur., II : Nérinées. *M. S. G. F.*, [*Paléontologie*, VIII], p. 89, pl. VII, fig. 18-20.

Il n'y a que peu de chose à ajouter à la diagnose que j'ai déjà donnée de cette intéressante espèce, qui est le plus ancien représentant de la famille *Nerineidæ*. L'individu que je fais figurer à l'appui de cette monographie paraît avoir l'angle spiral un peu plus ouvert que celui des échantillons-types, de sorte que le dernier tour semble plus trapu et plus élevé par rapport à la longueur totale de la coquille. Cependant il serait excessif d'en conclure qu'il s'agit d'une espèces distincte de *N. Grossouvrei* qui, étant abondant dans le gisement étudié, peut présenter des variations assez grandes dans sa taille et dans ses proportions.

Cet individu se compose de quinze tours, les derniers presque plans, avec un bourrelet très obsolète à la suture, portant la trace très effacée d'un cordonnet au tiers inférieur de la hauteur; la base du dernier tour est assez convexe, et elle est limitée par un angle périphérique. ou plutôt par un léger bourrelet saillant. Le pli pariétal est épais et bien visible; le pli columellaire antérieur est peu saillant et se confond avec l'inflexion de la columelle, contre le bec basal; on ne distingue aucune trace de pli à l'intérieur du labre, pas même un renflement médian; il est vrai que, chez les individus adultes de *N. Grossouvrei*, comme d'ailleurs chez la plupart des *Nerinella* adultes, le pli du labre s'efface à mesure que la coquille vieillit.

En résumé. si l'on recueillait ultérieurement d'autres individus présentant avec constance les mêmes caractères différentiels, on pourrait peut-être les séparer pour en faire une espèce distincte; mais, actuellement. avec un seul échantillon, ce serait évidemment prématuré.

PLÉSIOTYPE. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. IV, fig. 1). Individu type avec l'ouverture intacte (Pl. IV, fig. 7), même gisement.

Endiatænia [1] nov. gen.

Taille assez petite; forme d'un *Cerithiella* peu ventru; spire conique, turriculée, pointue au sommet; tours plans ou à peine convexes, lisses, imbriqués en avant, dépourvus de bandelette le long de la suture inférieure. Dernier tour anguleux à la périphérie de la base, qui est déclive, lisse, imperforée, terminée par un cou très court. Ouverture peu élevée, assez large, anguleuse en arrière, avec un bec antérieur, tronqué, faiblement échancré sur le contour supérieur, quand on l'observe en plan; labre mince, proéminent en avant, arqué en arrière, non sinueux ni rétrocurrent près de la suture; columelle courte, droite, faisant un angle de 150° avec la base, effilée mais non infléchie contre le bec antérieur.

Type : *E. Terquemi* nov. sp.

Rapports et différences. — Au premier abord, j'ai pensé que cette coquille, quoique spécifiquement distincte de *Cerithiella Welschi*, devait être rapportée au même genre : elle en a tout à fait le bec, et elle est lisse comme le sont souvent les *Cerithiella*. Cependant, bien que le labre ne soit intact sur aucun des échantillons étudiés, en examinant très attentivement la direction des stries d'accroissement sur le dernier tour, j'ai constaté : qu'elle est exactement l'opposé de la courbe convexe en arrière, que forment les stries de *Cerithiella*; qu'en outre, ces stries aboutissent normalement à la suture, au lieu d'être rétrocurrentes; qu'enfin, il n'existe aucune trace d'une bande voisine de la suture, et reproduisant les accroissements du sinus caractéristique des *Entomotæniata*. Dans ces conditions, je me vois obligé de rapprocher plutôt cette coquille des *Cerithidæ*, quoique le canal siphonal se réduise encore à un simple bec très court, non échancré sur le cou, et j'ai proposé par cette forme le nom *Endiatænia* qui rappelle la constatation importante et précitée, relative à son exclusion des *Entomotæniata*.

Endiatænia Terquemi nov. sp.

(Pl. III, fig. 22-23).

Environ dix tours lisses, plans, dont la hauteur égale à peu près le tiers de la largeur, séparés par des sutures rainurées, et souvent en retrait les uns par rapport aux autres, de sorte que la spire paraît imbriquée. Dernier tour égal aux deux cinquièmes de la hauteur totale, muni d'un angle périphérique, d'abord très net, qui

1. Etym. : ενδια, manque de; ταινια, bandelette.

s'oblitère ensuite, à mesure qu'on s'approche du contour du labre. Ouverture, comme dans la diagnose générique.

Dimensions. — Longueur : 8 mill.; diamètre : 3 mill.

Rapports et différences. — *Cerithium paludinare* Terq., de l'Hettangien de la Moselle, se distingue de notre espèce par ses tours convexes; il n'est d'ailleurs rien moins que certain que cette coquille appartienne au même genre. *Phastanella cerithiformis* Piette, des Ardennes, est beaucoup plus voisin d'*E. Terquemi*, par son galbe et par ses proportions; mais l'auteur indique des sutures peu profondes, et l'existence de quatre côtes ponctuées sur la base. Il n'y a rien de semblable dans la Côte-d'Or, ni dans le Rhône, ni en Angleterre.

Type. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 22-23), sept échantillons.

Paracerithium [1] nov. gen.

Taille assez petite ; forme plus ou moins élancée ; spire turriculée ornée de fortes côtes axiales et de filets spiraux peu saillants, étagée vers les sutures. Ouverture peu élevée, ovale, avec une petite gouttière dans l'angle inférieur, terminée en avant par un bec court qui ne modifie pas sensiblement le contour supérieur, sauf par une faible troncature, légèrement sinueuse, sans apparence de cou ni de bourrelet sur la base; labre un peu oblique, épaissi par la dernière côte ; columelle non plissée, arquée au milieu, infléchie à droite contre le bec antérieur ; bord columellaire mince, étroit, appliqué sur la base.

Type : *P. acanthocolpum* nov. sp.

Observations. — Le nombre des coquilles dénommées *Cerithium*, dans les terrains secondaires, est considérable; la plupart des auteurs, mis en présence d'échantillons le plus souvent incomplets, ont attribué ce nom générique à tous ceux de ces échantillons qui, par l'ornementation du test, offraient une analogie plus ou moins lointaine avec celle des *Cerithidæ* vivants et tertiaires. Seule, la connaissance de l'ouverture de ces coquilles permettrait aux paléontologistes de vérifier si ces prétendus Cérites crétaciques ou jurassiques sont bien effectivement munis du canal qui caractérise *Cerithium nodulosum* Brug., type de ce genre. Or, jusqu'à présent, dans tous les cas où il a été permis aux observateurs attentifs d'examiner des ouvertures à peu près intactes de Cérites secondaires, il est à remarquer que ce canal faisait précisément défaut (*Exelissa* Lyc., *Cryptaulax* Tate), ou qu'il se réduisait soit à un bec, soit à une simple sinuosité bien différente, non seulement du canal recourbé de *Cerithium* s. s., mais même du canal tronqué de *Potamides*, de *Bittium*, de *Cerithiopsis*, etc... A ce point de vue, l'affinité de ces

1. Etym. : παρα, voisin de ; *cerithium*.

formes secondaires, surtout jurassiques, tend plutôt à se rapprocher de *Diastoma*, de *Sandbergeria*, de *Teliostoma*, *Aurelianella*, etc., c'est-à-dire des genres avec lesquels j'ai précédemment composé la famille *Diastomidæ*, qui ne compte d'ailleurs, jusqu'ici, aucun représentant dans les mers actuelles.

Le nouveau genre que je propose ci-dessus, et qui ne doit vraisemblablement pas être confiné dans le Lias, n'échappe pas à cette règle : l'ouverture, que j'ai pu étudier chez deux de ses espèces sur trois, se termine en avant par un bec très court (fig. 2), bien visible quand on regarde la coquille en face, mais réduit à une très légère sinuosité quand on l'examine en plan, la coquille étant posée debout sur sa pointe. Ce bec n'est même pas aussi prononcé que celui des *Purpurinidæ*, dont la spire a d'ailleurs un galbe tout à fait différent; mais il contribue à donner au contour antérieur de l'ouverture un aspect plus anguleux qu'à celle de la plupart des *Diastomidæ* : d'autre part, le bord columellaire ne présente aucune trace de callosité, de sorte, qu'on ne peut rapprocher *Paracerithium* de cette dernière famille; il doit donc faire partie d'un nouveau groupe qu'on pourra ériger en famille, lorsqu'on connaîtra d'autres genres cérithiformes, également munis d'un bec court. Le classement dans la famille *Cerithidæ* est donc tout à fait provisoire.

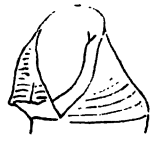


Fig. 2. — Ouverture de *Paracerithium*, très grossie.

Rapports et différences. — *Paracerithium* présente quelque analogie, par son ornementation et par son ouverture anguleuse en avant, avec *Trachoecus*, genre triasique, récemment proposé par M. Kittl [1] pour une espèce nouvelle de Saint-Cassian : *T. Gemmellaroi*; mais ce dernier possède un ombilic bordé d'un gros bourrelet, et ces deux caractères font complètement défaut chez *Paracerithium*. Par contre, il se pourrait bien que l'espèce décrite par M. Kittl, dans le même ouvrage, sous le nom de *Fusus* (?) *nodosocarinatus* Münst. appartînt à notre genre *Paracerithium*; comme les ouvertures figurées par cet auteur ne sont pas très intactes, je ne fais cette assimilation qu'à titre de simple indication.

Peut-être aussi pourrait-on rapprocher de *Paracerithium* une autre coquille triasique : *Purpuroidea subcerithiformis* Kittl [2], qui a presque le même galbe, et dont l'ouverture, assez médiocrement conservée, paraît cependant munie d'un bec rudimentaire; il est vrai que le texte mentionne l'existence d'une fente ombilicale sur la base.

1. Die Gastropoden der Schichten von Sanct-Cassian der südalpinen Trias. Theil III, p. 259, pl. XX, fig. 20-21 (tirage à part).

2. Die triadischen Gastropoden der Marmolata, p. 175, pl. VI, fig. 35-36.

Paracerithium acanthocolpum nov. sp.

(Pl. III, fig. 20-21).

Taille assez petite ; forme un peu élancée ; spire pirénoïde, à galbe cônique ; tours étagés, anguleux en arrière, dont la hauteur égale la moitié de la largeur, ornés de huit côtes axiales, minces, saillantes, écartées, obliques, se correspondant obliquement d'un tour à l'autre, subépineuses sur l'angle postérieur, disparaissant presque sur la rampe lisse, située au-dessous de cet angle ; région antérieure de chaque tour traversée par sept ou huit filets spiraux, serrés et peu saillants. Dernier tour inférieur à la moitié de la hauteur totale, arrondi à la périphérie de la base qui est seulement marquée par un filet plus saillant que les autres, et sur laquelle cessent complètement les côtes. Ouverture courte, ovale, avec une petite gouttière dans l'angle inférieur et un bec antérieur assez large, non échancré ; labre oblique, épaissi par la dernière côte ; columelle arquée au milieu, obtusément coudée vers le bec ; bord columellaire mince, étroit.

Dimensions. — Longueur probable : 11 mill. ; diamètre : 5 mill.

Rapports et différences. — Cette élégante coquille se distingue immédiatement de *P. Moorei* par son galbe plus étroit, par ses côtes obliques, par sa rampe postérieure, par son ouverture bien plus courte et par son bec plus large; néanmoins, il n'est pas douteux qu'elle appartient bien au même genre. Terquem a décrit, dans le Lias d'Hettange, un *Cerithium acuticostatum* qui est très probablement congénère de notre espèce, mais qui s'en distingue par un angle situé beaucoup plus en avant et par ses côtes plus droites, persistant sur la rampe ; il y a aussi, dans la même monographie, un fragment intitulé *Pterocera*? représenté du côté du dos; qui a un peu d'analogie avec *P. acanthocolpum*, mais dont les filets spiraux paraissent plus écartés.

Type. — La Chapelle-Themer (Pl. III, fig. 20-21) ; 7 échantillons.

Paracerithium Moorei nov. sp.

(Pl. III, fig. 32-33).

Taille petite ; forme trapue ; spire assez courte, à galbe conique ; tours étagés, légèrement convexes, dont la hauteur dépasse le tiers de la largeur, ornés de 8 côtes axiales, droites, saillantes, se correspondant plus ou moins exactement d'un tour à l'autre, traversées par 8 à 10 filets spiraux, très réguliers et très serrés. Dernier tour égal à la moitié de la hauteur totale, ventru, orné

comme la spire, avec des côtes pincées et subépineuses en arrière, arrondi à la base, sur laquelle cessent les côtes et persistent les filets avec moins de régularité. Ouverture ovale, assez étroite, avec un bec très court qui en rétrécit l'extrémité antérieure ; labre droit, épaissi par la dernière côte finement crénelée ; columelle à peine excavée, non calleuse.

Dimensions. — Hauteur : 5 mill. 1/2 ; diamètre : 3 mill.

Rapports et différences. — J'ai hésité avant de séparer cette espèce de *Cerithium pentacostæ* Moore, du Lias inférieur de Brocastle, cependant, comme l'auteur indique, dans le texte, que sa coquille porte sept côtes longitudinales, tandis que le nom qu'il lui a donné semblerait indiquer qu'il n'y en a que cinq, je ne me suis décidé à donner un nouveau nom à la coquille de la Vendée qu'en présence de la différence de galbe qui ressort de la comparaison avec la figure publiée par Moore (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. XXIII, pl. XIV, fig. 13) ; cette figure représente un individu grossi, mesurant 22 de hauteur pour 10 de diamètre, c'est-à-dire sensiblement plus étroit que le nôtre ; l'ouverture est indiquée comme ronde ; mais cela tient évidemment à l'état de conservation de l'échantillon figuré.

Type. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 32-33), unique.

Paracerithium Chartroni nov. sp.

(Pl. III, fig. 27).

Taille microscopique ; forme turriculée, assez étroite ; spire pointue, à galbe conique ; 9 ou 10 tours convexes, ou plutôt bianguleux, en avant et en arrière, séparés par des sutures subcanaliculées, ornées de huit côtes droites, minces, écartées, se succédant obliquement d'un tour à l'autre, croisées par trois cordons spiraux avec des crénelures à l'intersection. Dernier tour égal aux deux cinquièmes de la hauteur totale, séparé par un angle net de la base qui est déclive, imperforée, lisse ou simplement munie d'un cordon concentrique, voisin de l'angle périphérique dont il forme le dédoublement. Ouverture petite, arrondie, avec un bec antérieur, bien développé, non échancré ; bord columellaire non calleux, peu distinct.

Dimensions. — Longueur : 2 mill. 1/2 ; diamètre : 1/2 mill.

Rapports et différences. — Bien que cette coquille soit de très petite taille et que son labre ne soit pas tout à fait intact, elle mérite d'être décrite parce que son ornementation est suffisamment caractérisée ; elle a complètement l'aspect d'un petit *Cerithium* ; mais son ouverture comporte bien le bec de *Paracerithium*, sans aucune apparence de canal recourbé ; il est intéressant de constater que toutes les espèces

déjà décrites de ce genre portent invariablement huit côtes axiales; toutefois, chez *P. Chartroni*, les cordons spiraux sont beaucoup plus forts et moins nombreux que chez les deux espèces précédentes. Je ne vois, ni dans l'Hettangien de la Moselle, ni dans l'Infralias du Somersetshire, ni dans le Sinémurien de la Côte-d'Or, de forme qui puisse lui être comparée. Peut-être *Cerithium lugdunense* Dum., du Sinémurien du Rhône, appartient-il au même groupe; mais, il s'en distingue spécifiquement, par ses tours plans et par les détails de son ornementation; d'ailleurs, l'ouverture n'en est pas connue.

Type. — Mareuil-sur-le-Lay (Pl. III, fig. 27), unique.

Paracerithium loxocolpum [1] nov. sp.

(Pl. III, fig. 24).

Taille petite ; forme turriculée, peu trapue ; spire assez longue, à galbe conique ; 9 ou 10 tours un peu convexes, dont la hauteur dépasse la moitié de la largeur, séparés par des sutures rainurées, ornés de neuf côtes obliques, presque aussi larges que leurs intervalles, dénivelées à la suture, mais se correspondant obliquement d'un tour à l'autre, croisées par quatre cordonnets spiraux, l'antérieur presque confondu avec la suture, avec des filets plus fins intercalés entre les trois autres. Dernier tour inférieur au tiers de la hauteur totale, muni d'un cinquième cordon assez saillant à la périphérie de la base, qui est excavée, lisse et imperforée. Ouverture arrondie, paraissant munie d'un bec antérieur assez long, parce qu'elle est mutilée; columelle peu arquée, infléchie en avant contre le bec ; bord columellaire indistinct.

Dimensions. — Longueur : 6 mill.; diamètre : 2 mill.

Rapports et différences. — Très voisine de *P. Chartroni*, cette coquille paraît s'en distinguer par son galbe un peu plus trapu, moins spiculiforme, par la présence d'une côte et d'un cordonnet spiral en plus, de sorte que ses tours n'ont pas l'aspect bianguleux; les filets étant plus petits, ne forment pas les mêmes crénelures sur les côtes. Il existe, dans le Bathonien, une espèce nommée *Cer. portuliferum* Piette, qui ressemble à celle-ci, quoiqu'elle ait les tours plus plans, les sutures moins rainurées, les filets spiraux plus fins.

Type. — Mareuil-sur-le-Lay (Pl. III, fig. 24), au lieu dit « Salidieu », unique.

Procerithium nov. gen.

Taille médiocre ; forme plus ou moins allongée ; spire parfois très longue, à galbe conique ; tours nombreux, à sutures profondes,

1. Etym. : λοξος, oblique ; κολπος, pli.

ornés de plis axiaux, curvilignes, et de cordons spiraux, granuleux à leur intersection. Ouverture petite, arrondie, avec un contour supérieur à peine anguleux et sinueux, ne paraissant former un bec que quand il est mutilé ; labre mince, incurvé ; columelle non plissée, peu arquée, faiblement infléchie à sa jonction antérieure ; bord columellaire non calleux, indistinct.

Type. — *P. quinquegranosum*, nov. sp.

Observations. — Pas plus que *Paracerithium*, cette coquille ne présente, à l'extrémité antérieure, de canal dans la véritable acception de ce terme : quand l'ouverture est mutilée, on pourrait croire qu'elle se termine par un bec cérithial, plus long, ou du moins mieux formé que celui dont on constate la trace rudimentaire chez *Paracerithium*; alors, l'extrémité de la columelle paraît déviée et tordue, comme chez *Bittium*. Au contraire, quand l'ouverture est parfaitement intacte, comme je l'ai observé chez certains individus appartenant précisément à une espèce autre que celle choisie comme type (fig. 3), ce bec est très atténué, il se réduit à une sinuosité encore moins visible que chez certains *Potamides* tertiaires. Néanmoins, je trouve que, par son aspect général, *Procerithium* représente, en quelque sorte, le précurseur de la famille *Cerithidæ*, et qu'il y a lieu de l'y classer provisoirement, avec *Paracerithium*, malgré les différences capitales de l'ornementation.

Fig. 3. — Ouverture de *Procerithium*, très grossie.

Je ne vois rien, dans le Trias, qui puisse être rapporté à ce nouveau genre; mais il est probable qu'il faudra y classer beaucoup de coquilles secondaires, dont l'ouverture est encore inconnue; je citerai, par exemple : *Cer. Circe* d'Orb., d'après la figure publiée par M. Hudleston, pour le Bajocien; *Cer. flammuligerum* Piette, du Bathonien; *Cer. Leblanci* de Lor., du Kimeridgien du Boulonnais, etc... et bien d'autres coquilles plus ou moins fidèlement dessinées, mais caractérisées par leur galbe étroit, par leurs côtes courbes et granuleuses, par leur bec court et peu tordu, enfin par leur péristome non calleux.

Il est bien évident que le démembrement ci-dessus proposé ne sera pas le dernier, parmi les *Cerithidæ* des terrains secondaires; on peut même affirmer que cette création en nécessitera presque immédiatement un certain nombre d'autres, si l'on ne veut pas continuer à dénommer *Cerithium* (*sensu lato*) beaucoup de coquilles qui s'écartent autant, ou même plus, des vrais Cérites que le type de *Procerithium*. Mais cette considération n'est pas de nature à enrayer les progrès de la nomenclature : il ne faut pas se dissimuler que la classification des Gastropodes jurassiques ou crétaciques n'est pas encore actuellement, faute de matériaux suffisamment bien conservés, en rapport avec le développement qu'a pris celle des coquilles récentes et tertiaires. Comme, d'autre part, il n'y a pas de motifs raisonnables pour supposer que le

créateur ait moins prodigué la diversité de ces formes, pendant la période secondaire que pendant l'époque primaire ou le Trias d'un côté, et que pendant la période tertiaire ou dans les mers actuelles d'autre part, il faut bien admettre que, toutes les fois que l'occasion s'en présentera par la conservation exceptionnelle des fossiles, on devra chercher à combler cette lacune.

Procerithium quinquegranosum nov. sp.

(Pl. III, fig. 31).

Spire subulée, pointue; tours nombreux, dont la hauteur égale un peu plus de la moitié de la largeur, à peine convexes ou presque plans, séparés par des sutures profondes, non étagées; ornementation composée de plis curvilignes d'accroissement, surtout infléchis en avant, et de cinq cordons spiraux, équidistants, moins saillants que les plis, formant des mailles régulières et carrées avec eux, et chargés de petites granulations arrondies à leur intersection. Dernier tour à peu près égal au sixième de la longueur totale, portant deux cordonnets supplémentaires et moins granuleux à la périphérie de la base, qui est courte, déclive, imperforée, à peu près lisse, sauf quelques accroissements rayonnants. Ouverture mutilée, présentant, comme l'indique la diagnose générique, l'aspect d'un bec subcanaliculé.

Dimensions. — Longueur : 24 mill.; diamètre : 3 mill. 1/4.

Rapports et différences. — Il existe, dans l'Hettangien de l'Est de la France, un fragment décrit par Terquem et Piette, sous le nom de *Cerithium regulare*, et dont le galbe et l'ornementation ressemblent à notre coquille; toutefois, je ne crois pas qu'il y ait identité complète : les cordons spiraux de ce dernier sont moins régulièrement répartis, deux en avant et deux en arrière, avec un mince filet au milieu, et pas de granulations saillantes à l'intersection, de sorte que l aspect en est différent. D'ailleurs, l'espèce hettangienne de l'Est ne peut conserver son nom, déjà employé, en 1843, par Melleville, pour une coquille suessonienne qui a passé depuis dans le genre *Sandbergeria*; on verra ci-dessous la correction à faire pour ce double emploi.

Types. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 31), deux échantillons. Forme un peu plus étroite : Mareuil-sur-le-Lay, au lieu dit « Salidieu », deux individus.

Var. Piettei, nom. mut. (Pl. III, fig. 26).

1865. *Cer. regulare* Terq. et Piette. *M. S. G. F.*, (2), VIII, n° 1, p. 66, pl. VI, fig. 12-13 (*non* Mell.).

Cette variété plus trapue se distingue du type par son aspect moins granuleux, comportant deux cordons spiraux en arrière,

deux plus fins en avant, l'intervalle presque lisse, sauf les plis axiaux ; en outre, la base paraît ornée d'un filet médian très obsolète.

Dimensions. — Longueur : 16 mill. ; diamètre : 3 1/2 mill.

Observations. — Ces caractères distinctifs étant à peu près exactement ceux qu'indiquent Terquem et Piette dans la diagnose et sur la figure de *Cer. regulare*, qui doit, d'après ce qui a été expliqué ci-dessus, changer de nom pour cause de double emploi, je rapporte l'espèce de Jamoigne à notre variété.

Type. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 26), unique.

Procerithium plocophorum [1] nov. sp.

(Pl. III, fig. 11-12).

Taille assez grande pour le genre ; forme un peu trapue, quoique turriculée ; spire longue, pointue, à galbe conique ; premiers tours anguleux, étroits, à sutures profondes, crénelés par des plis axiaux ; puis les tours s'élèvent jusqu'à ce que leur hauteur atteigne la moitié de leur largeur, l'angle se rapproche peu à peu de la suture antérieure, et se réduit à un filet spiral un peu saillant, servant de limite aux plis axiaux qui se serrent et deviennent curvilignes, en découpant des granulations sur le filet antérieur. Dernier tour égal aux trois septièmes de la hauteur totale, très obtusément bianguleux à la périphérie de la base qui est à peine convexe, ornée de filets spiraux, croisés par des plis d'accroissement rayonnant très obliquement. Ouverture intacte, comme dans la diagnose générique.

Dimensions. — Longueur : 20 mill. ; diamètre : 7 mill.

Rapports et différences. — Quoique cette espèce beaucoup plus trapue ait une ornementation assez différente de celle de *P. quinquegranosum*, et que les plis axiaux y persistent presque seuls, elle s'y rattache néanmoins par l'intermédiaire de la variété *Piettei*, dans laquelle les filets spiraux ne sont déjà plus granuleux, et la base porte un filet obsolète. *P. plocophorum* appartient donc bien au même groupe, et comme son ouverture est intacte, ce serait plutôt lui qu'il aurait fallu prendre comme type de *Procerithium*, si *P. quinquegranosum* (que j'ai choisi de préférence), ne présentait pas précisément, par tous ses autres caractères, par son galbe et par son ornementation surtout, le véritable type de comparaison pour la détermination ultérieure de ses congénères.

Type. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 11-12), trois échantillons.

1. Etym. : πλοκος, pli ; φορος, qui porte.

Procerithium vendæense nov. sp.

(Pl. III, fig. 15-16).

Taille un peu au-dessous de la moyenne; forme légèrement trapue; spire turriculée, à galbe conique; douze à quinze tours presque plans, dont la hauteur n'atteint pas la moitié de la largeur, séparés par des sutures assez profondes, ornés de trois rangées spirales de granulations qui se correspondent et se relient, dans le sens axial, pour former des plis curvilignes, parfois peu distincts. Dernier tour un peu supérieur au tiers de la longueur totale, subanguleux et muni d'un quatrième cordonnet à la périphérie de la base, qui est un peu convexe, subperforée, ou du moins déprimée au centre, et ornée de quelques filets obsolètes avec des plis rayonnants. Ouverture subquadrangulaire, avec une légère sinuosité à la place du bec antérieur; labre mince, proéminent en avant, excavé en arrière; columelle peu arquée, avec un bord étroit, mais légèrement réfléchi à l'extérieur.

Fig. 4. — Base de *Procerithium vendæense.*

Dimensions. — Longueur : 11 mill. 1/2; diamètre : 3 mill.

Rapports et différences. — Cette espèce, assez répandue en Vendée, diffère de *P. quinquegranosum*, non seulement par le nombre moindre de ses cordons granuleux, mais encore par son galbe moins étroit, par sa base qui semble ombiliquée à cause de la dépression qu'elle forme au point d'implantation de la columelle. L'ouverture présente bien les caractères typiques de celle de *P. plocophorum*, mais la spire est plus étroite, et l'ornementation a un aspect complètement différent. Le fragment provenant de Renvez, et intitulé *Cer. abcisum* Terq. et Piette, paraît se distinguer par sa forme plus étroite et par ses trois cordons plutôt carénés et dentelés, que granuleux.

Types. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 15-16), douze échantillons. Bessay, Saint-Juire-Champgillon, un échantillon.

Procerithium potamidulum nov. sp

(Pl. III, fig. 18 et 30).

Taille assez petite; forme trapue, à galbe de *Potamides*; spire un peu allongée, conique; environ huit tours convexes, dont la hauteur ne dépasse guère la moitié de la largeur, séparés par des sutures profondes et rainurées; ornementation composée de quatre rangs spiraux de crénelures, plus larges que leurs interstices,

inégalement groupés, les trois inférieurs plus serrés ; les crénelures très rapprochées, plus granuleuses en arrière que celles de la rangée antérieure, se relient entre elles, d'un rang à l'autre, et forment des plis axiaux et curvilignes. Dernier tour égal aux trois septièmes de la hauteur totale, muni d'une cinquième rangée granuleuse et d'un cordon lisse à la périphérie de la base qui est un peu convexe et presque lisse. Ouverture subquadrangulaire, à bec rudimentaire.

Dimensions. — Longueur : 11 mill. 1/2 ; diamètre : 5 mill.

Rapports et différences. — Beaucoup plus trapue que la précédente, cette coquille s'en écarte en outre par ses tours plus convexes, par son dernier tour plus grand, par son ornementation qui comporte une rangée spirale en plus, avec des crénelures plutôt que des granulations ; en outre, ces rangées sont inégalement espacées, et même sur certains individus, elles semblent formées par des sillons découpant de larges rubans sur une surface plissée. On ne peut donc admettre que ce soit simplement une variété de l'autre espèce, cependant commune.

Types. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 18 et 30), cinq individus.

Exelissa infraliasica nov. sp.

(Pl. III, fig. 19).

Taille petite ; forme pupoïdale, assez étroite ; spire un peu allongée, pointue, à galbe conoïdal ; environ dix tours convexes, dont la hauteur égale les trois cinquièmes de la largeur, un peu étagés à la suture qui est linéaire et peu profonde ; ornementation composée de côtes axiales, droites, épaisses, arrondies, plus larges que leurs intervalles, formant de grosses crénelures à la suture inférieure, croisées par sept cordons spiraux, serrés et inégaux. Dernier tour à peu près égal aux deux septièmes de la hauteur totale, ovale à la base, sur laquelle se prolonge l'ornementation de la spire, et qui est imperforée. Ouverture arrondie, à péristome épais et subdétaché.

Dimensions. — Longueur : 8 mill. 1/2 ; diamètre : 3 mill.

Rapports et différences. — On n'a pas encore signalé le genre *Exelissa* dans le Lias, et surtout à la partie inférieure de ce terrain. Si on compare cette coquille aux formes bathoniennes, on voit qu'elle ressemble à *E. spicula* Lyc., quoiqu'elle ait des filets plus nombreux et le dernier tour beaucoup plus court ; *E. strangulata* d'Arch. a les côtes plus minces, l'ornementation spirale moins développée ; toutefois la variété qui existe dans le Bajocien d'Angleterre, d'après les figures publiées par M. Hudleston, se rapprocherait davantage d'*E. infraliasica* par l'épaisseur de ses côtes ; mais les tours de ce dernier sont plus

convexes, et l'ornementation spirale est différente, moins régulière surtout que dans la var. *ovalis*.

Type. — Saint-Cyr-en-Talmondais (Pl. III, fig. 19), au lieu dit « Revroc »; unique.

Promathildia Semele [d'Orb.].

(Pl. III, fig. 10).

1847. *Cerithium Semele* d'Orb. Prodr., I, 7e ét., p. 215, n° 60.
1859. — — Martin. *M. S. G. F*, (2), VII, n° 1. p. 75, pl. II, fig. 8-10.

Observations. — L'unique individu de la Vendée, que je rapporte à cette espèce, est de très petite taille (à peine 2 mill. 1/2 de longueur), il ne répond pas absolument à la diagnose originale de d'Orbigny, ainsi conçue : « petite espèce à tours anguleux, chargés chacun de trois côtes granuleuses. » Mais l'interprétation, qu'a faite Martin de cette insuffisante description, est tout-à-fait conforme à la nôtre, et il indique en outre, dans ses observations, que les ornements de cette coquille ne sont pas toujours identiques ; il ajoute qu'il a trouvé des individus de cette espèce, variable et répandue dans la Côte-d'Or, chez lesquels se trouvent réunis les caractères distinctifs de deux variétés. En principe, il existe deux côtes spirales antérieures, et une troisième sur le dernier tour, à la périphérie de la base; le troisième filet de chaque tour est voisin de la suture inférieure et il disparaît parfois, comme cela a lieu chez notre échantillon vendéen. D'autre part, les stries axiales, formant un treillis régulier avec ces côtes, sont souvent peu visibles, particulièrement sur les derniers tours, comme l'indique la figure n° 10 du mémoire de Martin, et c'est ce qui a lieu chez notre individu de la Vendée.

Enfin, cet individu présente un caractère très important, et qui confirme le classement générique que je propose pour cette coquille : il possède sa protoconque intacte, parfaitement distincte, composée d'une petite crosse, obliquement déviée, brillante et subitement implantée sur le premier tour anguleux de la spire. Dans ces conditions, il n'est pas douteux que *Cerithium Semele* doit être placé dans le genre *Promathildia*, créé par Andreæ [1] pour *Cerithium bisertum* Münst., et précisément dans le groupe de cette dernière espèce, comprenant les formes trapues, à bec bien développé à la partie antérieure de l'ouverture; tandis que l'autre groupe se compose de formes élancées, ayant le bec antérieur de l'ouverture peu développé.

Plésiotype. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 10), unique.

1. Abhandl. zur geol. Specialkarte v. Els.-Lothr. Bd. IV, Heft 1, p. 23.

type de ce dernier genre, qui est une sorte de *Turbonilla* des îles Canaries; il ne peut être question de comprendre dans le même genre la coquille crétacique (*Ch. Pailletteana*), qui est considérée comme le type fossile de *Chemnitzia*, et, par conséquent, on ne peut admettre une famille *Chemnitziidæ*, dans laquelle rentreraient *Loxonema* et les autres formes voisines.

C'est pourquoi, j'ai admis, en dernier lieu (Revue critique de Paléozool. 1900, p. 67), la famille *Loxonematidæ* Koken, dans laquelle paraît devoir être placé le genre *Cœlostylina*, jusqu'à plus ample informé.

Rapports et différences. — *C. paludinoides* se distingue du type du genre (*C. conica*) par sa forme plus courte, plus paludinoïde, par sa base plus convexe, par son dernier tour plus grand, par l'absence complète de l'ornementation spirale, dont on découvre des traces chez l'autre espèce. Si on le compare à *C. cochlea* Munst., du Trias de Saint-Cassian, on trouve que ce dernier est plus court, plus conique et que l'ouverture de notre espèce est plus ovale, que sa fente ombilicale est plus réduite. Quant à *C. ovula* Kittl., de Marmolata, c'est une coquille plus allongée, à dernier tour plus court. Enfin il existe, dans l'Infralias d'Hettange, une coquille que Terquem a nommée *Phasianella nana*, et qui ressemble un peu à notre espèce, quoiqu'elle paraisse plus turbinée; mais l'ouverture n'en est pas connue.

Types. — Deux individus à peu près identiques; l'un, type (Pl. III, fig. 5), Le Simon-la-Vineuse; l'autre, plésiotype (Pl. IV, fig. 6), La Chapelle-Themer; La Réorthe, autre individu typique; Saint-Juire-Champgillon, Bessay, jeunes individus.

Cœlostylina Chartroni nov. sp.

(Pl. IV, fig. 9 et 15).

Taille au-dessous de la moyenne; forme ovoïdo-conique; spire assez courte, pointue au sommet; sept ou huit tours un peu convexes, dont la hauteur égale les trois cinquièmes de la largeur, séparés par des sutures rainurées, à surface lisse; dernier tour à peine égal aux deux tiers de la hauteur totale, peu ventru, arqué ou obtusément anguleux à la périphérie de la base, qui est déclive, faiblement bombée, perforée d'une fente ombilicale que circonscrit un angle émoussé. Ouverture courte, arrondie, anguleuse en arrière, munie en avant d'un large évasement auquel aboutit l'angle circa-ombilical; labre mince, proéminent sur le contour supérieur, excavé au milieu; columelle arquée, creuse; bord columellaire calleux, un peu recourbé sur la fente de l'ombilic.

Dimensions. — Hauteur : 13 mill.; diamètre : 7 mill. 1/2.

Rapports et différences. — Cette espèce se distingue aisément de *C. paludinoides*, des mêmes gisements, par la forme conique et pointue

de sa spire, par ses tours moins convexes, le dernier plus court et moins arrondi à la périphérie de la base; en outre, le bec évasé de l'ouverture est plus large, plus versant; la fente ombilicale est plus ouverte, etc... (fig. 5). Si on la compare à *C. conica*, du Trias dans le Tyrol, on remarque qu'elle a la spire beaucoup plus courte, ce qui lui donne un galbe plus trapu. Elle ressemble davantage à *C. cochlea* Münst., de Saint-Cassian; toutefois on l'en distingue par ses tours moins convexes et par son ombilic plus étroit, par sa base moins arrondie et subanguleuse à la périphérie. *Phasianella liasina*, de l'Infralias d'Hettange, est beaucoup plus étroit que notre espèce.

Fig. 5. — *Cœlostylina Chartroni* Cossm. Base et ouverture très grossies.

Types. — Deux individus bien caractérisés; l'un, type (Pl. IV, fig. 15), Saint-Juire-Champgillon; l'autre, plésiotype (fig. 9), Le Simon-la-Vineuse; plusieurs autres échantillons de chacun de ces deux gisements; Mareuil-sur-le-Lay, un individu.

Cœlostylina mammillata nov. sp.

(Pl. III, fig. 6).

Taille très petite; forme turbinée; spire courte, à galbe conoïdal, sauf au sommet qui se termine par une protoconque proboscidiforme, formant un petit bouton saillant et pointu; environ six tours, croissant d'abord très lentement, convexes et étroits, s'élargissant et s'aplatissant ensuite jusqu'à l'avant dernier dont la hauteur atteint presque la moitié du diamètre; surface lisse; sutures profondes. Dernier tour un peu supérieur aux deux tiers de la hauteur totale, comprimé sur les flancs, arqué sans être subanguleux à la périphérie de la base qui est déclive, peu convexe, presque imperforée au centre. Ouverture subquadrangulaire, quoique arrondie, munie d'un bec antérieur tout-à-fait court; labre mince; columelle droite, à bord très étroit.

Dimensions. — Longueur : 2 mill.; diamètre : 1 mill. 1/4.

Rapports et différences. — Cette toute petite coquille est intéressante à cause du dimorphisme de sa spire, qui ne paraît pas dû à une monstruosité; elle appartient bien, par son ouverture, au genre *Cœlostylina*, de sorte qu'elle nous en fait connaître la protoconque dont le nucléus n'avait pas été observé jusqu'à ce jour. *C. paludinoides* et *C. Chartroni* ont un galbe absolument différent; *Phasianella liasina* Terq. est beaucoup plus élancé et a une croissance plus régulière;

Turbo contractus Terq. et Piette, y ressemble davantage, toutefois sa spire croît plus régulièrement et son dernier tour est moins élevé.

Type. — Saint-Juire-Champgillon (Pl. III, fig. 6), unique.

Cœlostylina elatior nov. sp.

(Pl. IV, fig. 5).

Taille moyenne; forme un peu élancée, phasianelloïde; spire assez longue, à galbe conique; probablement six à huit tours, régulièrement convexes dont la hauteur dépasse la moitié de la largeur, séparés par des sutures enfoncées et un peu rainurées; surface paraissant entièrement lisse. Dernier tour à peine égal aux quatre septièmes de la hauteur totale, arrondi, convexe à la base qui porte une étroite fente ombilicale et un bourrelet antérieur assez proéminent. Ouverture courte, semilunaire, avec un léger évasement antérieur, où le péristome est épaissi par le bourrelet basal.

Dimensions. — Longueur probable : 20 mill.; diamètre : 10 mill.

Rapports et différences. — Cette coquille est beaucoup plus allongée que les deux précédentes et elle a le dernier tour beaucoup plus court, la base plus arrondie, la fente ombilicale plus étroite; enfin, elle s'en distingue par son bourrelet épaissi, qui vient contourner l'évasement antérieur de l'ouverture; elle a, en outre, les tours plus convexes que *C. Chartroni*, la base non anguleuse; d'autre part, elle a les tours plus régulièrement convexes et moins déprimés en arrière que *C. paludinoides*, avec des sutures plus rainurées. Aussi, quoique je n'en connaisse qu'un échantillon imparfait, je ne puis le considérer comme une variété des deux autres. Notre espèce ressemble beaucoup, par sa forme générale, à *C. conica*, type triasique de *Cœlostylina* : elle a cependant les tours et la base plus convexes, la fente ombilicale plus étroite, et le bourrelet antérieur qui la caractérise fait défaut à la coquille de Saint-Cassian. On pourrait aussi comparer *Cœlostylina elatior* à *Phasianella lisiana* Terq., de l'Infralias d'Hettange, qui a presque le même galbe; toutefois ce dernier est beaucoup moins turbiné, et a les tours moins convexes.

Type. — La Chapelle Themer (Pl. IV, fig. 5), deux individus. Le Simon-la-Vineuse, jeune.

Cœlostylina mesaliæformis nov. sp.

(Pl. IV, fig. 27-28).

Taille petite; forme de *Mesalia*, assez trapue; spire un peu longue, à galbe conique; six tours convexes, dont la hauteur égale

les deux cinquièmes de la largeur, plus déclives en arrière qu'en avant, séparés par des sutures linéaires ; surface lisse. Dernier tour égal aux trois cinquièmes de la hauteur totale, bien arrondi, à base convexe et perforée d'un étroit ombilic à peine circonscrit. Ouverture petite, circulaire, à peu près dépourvue de bec antérieur; labre mince, largement sinueux en arrière, proéminent en avant ; columelle courte, peu excavée.

Dimensions. — Longueur : 6 mill.; diamètre : 3 mill.

Rapports et différences. — Beaucoup plus allongée que *C. paludinoides*, cette espèce s'en distingue par son dernier tour bien plus court, par son ouverture dépourvue de bec ; elle se rapproche donc davantage de *C. elatior*, mais ses tours sont plus convexes, le dernier est beaucoup plus élevé, l'ouverture est plus circulaire, sans épaississement basal. Elle a tout à fait la forme d'un *Mesalia*, surtout à cause de la sinuosité postérieure de son labre. Il n'est pas douteux cependant que c'est bien un *Cœlostylina* comme les espèces précédentes, malgré la disparition presque complète du bec antérieur de l'ouverture, conséquence de l'effacement du bourrelet circa-ombilical.

Type. — Saint-Juire-Champgillon (Pl. IV, fig. 27-28), unique. Mareuil-sur-le-Lay, jeune individu. Le Simon-la-Vineuse, petit échantillon douteux.

Loxonema (Zygopleura) subnodosum [d'Orb.].

(Pl. IV, fig. 2 et 4).

1842. *Melania nodosa* Desl. Mém. Mél. foss. Calv., p. 219, pl. XII, fig. 1 (*non* Münst.).
1847. *Chemnitzia subnodosa* d'Orb. Prod., I, p. 226, ét. VIII, n° 43.
1850. — — d'Orb. Pal. fr., terr. jur., II, p. 37, pl. CCXXXVII *bis*, fig. 6.

Taille assez grande ; forme turriculée ; spire longue, à galbe conique ; huit à dix tours, dont la hauteur égale les cinq huitièmes de la plus grande largeur, très convexes en avant, excavés en arrière, ornés de dix côtes axiales, noueuses sur la convexité de chaque tour, interrompues sur la rampe postérieure, un peu obliques en avant ; le reste de la surface est entièrement lisse ; sutures linéaires, un peu ondulées par les côtes. Dernier tour inférieur à la moitié de la longueur totale, arrondi à la périphérie de la base, qui est obliquement déclive, lisse, imperforée. Ouverture régulièrement ovale, non versante en avant, à contour supérieur à peine sinueux ; labre mince, sinueux comme les côtes ; columelle lisse, excavée ; bord columellaire un peu calleux, étroit, à contour obsolète.

Dimensions. — Longueur : 56 mill. ; diamètre : 20 mill. ; angle spiral : 25° environ.

Observations. — Le sous-genre *Zygopleura* a été démembré du genre *Loxonema*, par Koken, en 1892, non seulement à cause de l'apparence noduleuse de ses côtes, mais aussi à cause de la forme plus ovale de son ouverture. M. Kittl, dans sa magistrale étude sur les Gastropodes de Saint-Cassian, n'a pas admis cette séparation : il considère *Zygopleura* comme synonyme de *Loxonema*, et cependant il divise les espèces de ce genre en groupes, dont le premier est précisément celui de *L. hybridum*, correspondant exactement au sous-genre *Zygopleura*, qui a cette espèce pour type (*Turritella hybrida* Münst.). Dans ces conditions, il paraît rationnel d'admettre au moins *Zygopleura* comme section. Aux caractères différentiels ci-dessus rappelés, j'ajouterai que *Zygopleura* a certainement les tours plus élevés que les véritables *Loxonema*. C'est une forme qui paraît localisée dans le Trias et le Lias.

Rapports et différences. — Au point de vue spécifique, les échantillons de la Vendée ne ressemblent guère à la figure de *Chemnitzia subnodosa*, que d'Orbigny a reproduite, d'après Deslongchamps, dans la Paléontologie française, et qui attribue à cette espèce des tours à peine convexes, avec des côtes s'étendant d'une suture à l'autre ; mais, si l'on se reporte à la figure originale de Deslongchamps, on remarque que cette dernière représente un Gastropode beaucoup plus voisin de nos échantillons : l'excavation inférieure des tours y est beaucoup plus sensible, les côtes sont moins pincées, moins prolongées, et si l'on tient compte de ce qu'il s'agissait d'un individu unique, dont le gisement exact n'était pas absolument certain, on admettra que le rapprochement proposé par nous est fondé. Dans ces conditions, il est intéressant de retrouver, en Vendée, des plésiotypes de la forme perdue, originaire de Normandie.

Néotypes. — (Pl. IV, fig. 2 et 4), Le Simon-la-Vineuse ; peu rare.

Ampullospira infraliasica nov. sp.

(Pl. IV, fig. 3).

Taille moyenne ; forme peu ventrue, légèrement oblongue ; spire un peu élevée, étagée, à galbe conique ; six ou sept tours, un peu convexes en avant, anguleux en arrière, munis, entre cet angle et la suture, d'une rampe assez étroite, déclive ou faiblement excavée ; sutures linéaires ; surface entièrement lisse. Dernier tour un peu supérieur aux deux tiers de la longueur totale, déprimé sur les flancs, au dessus de la rampe postérieure, arrondi à la périphérie de la base, qui est peu convexe, obliquement déclive, absolument imperforée. Ouverture semilunaire, arrondie et versante à la base ; columelle lisse, excavée ; bord columellaire assez étroit, peu

calleux, bien appliqué sur la région ombilicale, sans aucune trace de limbe.

Dimensions. — Hauteur : 40 mill.; diamètre : 24 mill.

Observations. — Le genre *Ampullospira* Geo. Harris (1897), a été proposé pour remplacer *Euspira* Desor et Ag., improprement appliqué par Morris et Lycett à *Natica canaliculata* Morr. et Lyc. (*non* Lamk.), tandis que le type de Desor et Agassiz est précisément une espèce à limbe ombilical, du groupe de celles que Lamarck a désignées sous le nom générique *Ampullina*. Nous n'avons pas ici à discuter si *Euspira* doit être préféré à *Ampullina*, mais à nous prononcer seulement sur l'adoption du nom *Ampullospira* pour les espèces mésozoïques qui ont été, à tort, dénommées *Natica* par la plupart des auteurs : nous nous rallions donc à la correction proposée par M. Harris, sous la réserve qu'il est bien entendu que ce nom s'applique aux formes ordinairement étagées, dépourvues de limbe ombilical, ayant l'ouverture versante à la base, le contour du labre arrondi en avant, un peu excavé en arrière. Ce genre n'a pas encore été signalé, à notre connaissance, au-dessous du Bajocien; aussi est-il intéressant de le trouver représenté dans le Lias de la Vendée, où il semble qu'il ait fait sa première apparition, car il n'y a rien de semblable dans la faune des Gastropodes du Trias, récemment étudiée par MM. Kittl et Koken.

Rapports et différences. — Parmi les coquilles bathoniennes du même genre, c'est évidemment *A. pyramidata* Morr. et Lyc. qui s'en rapproche le plus, quoiqu'il ait une forme plus ventrue et moins allongée, avec une légère fente ombilicale qui fait complètement défaut chez notre espèce. Dans le Bajocien, je ne vois guère que *A. canina* et *subelegans* Hudl., qui puissent se comparer à notre espèce, mais on les distingue immédiatement par leur spire plus courte et par leurs flancs moins aplatis. M. Tate a décrit, du Lias de Yorkshire, une espèce intitulée *Natica purpuroidea*, sur laquelle je n'ai malheureusement aucune indication précise qui me permette de la comparer à notre coquille. Enfin, il n'existe aucun *Ampullospira* dans l'Infralias d'Hettange.

Type. — Saint-Juire-Champgillon (Pl. IV, fig. 3), unique.

Pseudomelania Chartroni nov. sp.

(Pl. IV, fig. 8 et 10).

Taille un peu au-dessous de la moyenne; forme turriculée, un peu trapue ; spire médiocrement allongée, à galbe conique; huit à dix tours, à peine convexes en avant, légèrement déprimés en arrière, séparés par des sutures peu profondes, entièrement lisses. Dernier tour à peu près égal à la moitié de la hauteur totale, quand on le mesure de face, ovale-arrondi à la base, qui est convexe et déclive, imperforée. Ouverture peu élevée, ovale, peu ver-

sante et arrondie en avant ; labre mince, peu sinueux, lisse à l'intérieur ; columelle arquée, mince, lisse ; bord columellaire étroit, peu calleux, récouvrant la fente ombilicale, se raccordant par une courbe régulière avec le contour supérieur.

Dimensions. — Longueur : 24 mill. ; diamètre : 9 mill.

Rapports et différences. — Aucune espèce de ce genre n'a encore été signalée dans le Lias inférieur ; celles que Terquem ou Dumortier ont décrites, sous le nom *Melania* ou *Chemnitzia*, sont probablement les *Loxonematidæ*. Notre coquille présente bien, par son ouverture, tous les caractères des *Pseudomelania*, sans aucun bec antérieur et sans ombilic ; on peut la rapprocher de *P. Bellona* d'Orb., du Charmouthien, mais elle s'en distingue par sa forme bien plus trapue, par ses sutures moins obliques, par son dernier tour plus arrondi, et par son ouverture plus large ; par son galbe, elle ressemble à certaines variétés de *P. heddingtonensis* d'Orb., mais elle a le dernier tour plus élevé que cette espèce oxfordienne.

Types. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. IV, fig. 8 et 10) ; trois échantillons.

Pseudomelania miliaceà nov. sp.

(Pl. III, fig. 17).

Taille microscopique ; forme étroite, cylindracée ; spire courte, à galbe subconoïdal ; cinq tours peu convexes, dont la hauteur atteint et dépasse les deux tiers de la largeur, étagés en arrière par une petite rampe déclive, avec des sutures linéaires ; surface entièrement lisse. Dernier tour presque égal aux trois cinquièmes de la hauteur totale, ovale à la base qui est imperforée. Ouverture petite, rétrécie en arrière, arrondie en avant ; labre curviligne, à peine oblique de gauche à droite de l'axe.

Dimensions. — Longueur : 2 mill. ; diamètre : /ɟɯ3ill.

Rapports et différences. — Malgré la très petite taille de cette coquille, je ne puis admettre que ce soit le jeune âge de *P. Chartroni* : elle s'en distingue par sa forme beaucoup plus étroite et un peu pupoïdale ou subcylindrique dans son ensemble, par la hauteur relative de son dernier tour qui est bien plus élevé, par la petitesse de son ouverture plus rétrécie. Elle ressemble en miniature à certains *Bayania* tertiaires, tels que *B. hordacea*, rapprochement qui n'a rien de surprenant, puisque *Bayania* procède, en ligne directe, de *Pseudomelania*. D'autre part, elle s'écarte absolument, par sa base dépourvue d'ombilic, et par son ouverture, de *Cœlostylina*, qui est représenté dans les gisements de la Vendée par plusieurs espèces répandues. Il n'a, d'ailleurs, rien été décrit de semblable, ni dans l'Est de la France, ni dans le Somersetshire.

Type. — Saint-Juire-Champgillon (Pl. III, fig. 17), unique.

Neritopsis exigua Terquem.

(Pl. IV, fig. 29-30).

1855. Terq. Pal. d'Hettange, p. 279, pl. XVII, fig. 11.
1859. Terq. et Piette. *M. S. G. F.*, (2), VIII, p. 45.
1867. Moore. *Quart. Journ.*, p. 547, pl. XV, fig. 19.
1892. Hudleston et Wilson. Catal. of Brit. jur. Gastr., p. 93.

Taille petite ; forme globuleuse ; spire très courte, peu saillante, obtuse au sommet ; trois tours convexes, le dernier formant presque toute la coquille, étagé par une rampe inférieure et aplatie, ornée de fortes côtes axiales, écartées, subnoduleuses à l'intersection de cordons spiraux et alternés, et se serrant obliquement sur la rampe inférieure ; base arrondie, imperforée, sur laquelle se prolonge l'ornementation. Ouverture circulaire, à péristome assez épais ; labre oblique, à contour légèrement excavé, très antécurrent en arrière ; bord columellaire entaillé au milieu par une échancrure large et peu profonde.

Dimensions. — Hauteur : 6 mill. ; grand diamètre : 6 mill. 1/2 ; épaisseur : 5 mill.

Rapports et différences. — Terquem a décrit cette espèce d'après un fragment encore adhérent à la roche, et la figure qu'en donne Moore n'indique que la vue dorsale ; c'est par l analogie de l'ornementation que ces deux auteurs ont classé l'espèce dans le genre *Neritopsis*. Notre échantillon, bien conservé, montrant l'ouverture intacte, confirme ce classement générique. Au point de vue spécifique, il y a toutefois une petite différence : dans le texte de sa description, Terquem indique que les cordons spiraux sont tous égaux entre eux, et la figure publiée par Moore représente aussi des cordonnets égaux, relativement plus serrés que les côtes, tandis que l'individu de la Vendée a des cordons alternés. Mais je crois néanmoins qu'il s'agit bien de la même espèce et que les deux auteurs précités ont été abusés par l'état de conservation défectueux de leurs types. *N. varicosa* Morr. et Lyc., paraît avoir la spire plus élevée, plus saillante, les côtes moins noduleuses, et les cordons non alternés.

Plésiotype. — Mareuil-sur-le-Lay, au lieu dit « Salidieu » (Pl. IV, fig. 29-30).

Neritina cannabis Terquem

(Pl. IV, fig. 18-19).

1855. Terquem. Pal. Hettange. *M. S. G. F.*, (2), V, n° 3, p. 14, pl. XV, fig. 12.
1867. Moore. Abnormal second. depos. *Quart. Journ. geol. Soc.*, vol. XXIII, part 5, n° 92, pl. XV, fig. 21-22.
1892. Hudleston et Wilson. Cat. of Brit. jur. Gastr., p. 92.

Test translucide. Taille moyenne ; forme globuleuse, transverse ; spire très courte, quoique saillante , quatre tours convexes, séparés par des sutures linéaires ; surface entièrement lisse. Dernier tour formant presque toute la coquille, arrondi, à base déprimée au centre ; ouverture semi-circulaire, presque égale à la moitié de la face elliptique vue du côté de la base ; labre mince, oblique, rectiligne ; bord columellaire à peu près droit, s'étendant sur la base par une callosité peu saillante et mal limitée, sauf du côté antérieure où une carène se raccorde au contour supérieur.

Dimensions. — Hauteur : 10 mill. ; grand diamètre : 10 mill. 1/2 ; petit diamètre : 6 mill. 1/2.

Rapports et différences. — Bien que notre coquille de la Vendée ait des dimensions presque doubles de celles des échantillons d'Hettange, je n'hésite pas à la rapporter à la même espèce, plutôt qu'à *N. hettangiensis*, du même auteur, à cause de sa forme moins haute et plus transverse, à cause de sa spire plus saillante et de sa callosité columellaire plus étalée. La même espèce est citée par Moore (sous le nom erroné *N. canalis*), dans le gisement infraliasique de Brocastle ; la figure de l'auteur anglais est assez exacte, quoique cependant ses tours soient représentés comme peu convexes. Quant à *N. arenacea* Terq., d'Hettange, c'est une coquille dont le labre est plus dilaté en avant. Enfin *N. imitans* Kittl, du Trias de Saint-Cassian, a la spire moins courte et la forme moins transverse. Je ne connais malheureusement pas *N. liasina*, d'Halberstadt.

Type. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. IV, fig. 18-19).

Eucyclus tricarinatus [Martin].

(Pl. IV, fig. 13-14).

1859. *Purpurina tricarinata* Martin. *M. S. G. F.*, (2), VII, n° 1, p. 75, pl. II, fig. 6-7.

Taille moyenne ; forme turbinée, un peu élancée ; spire médiocrement allongée, à galbe conique ; six tours subanguleux, dont la hauteur égale la moitié de la largeur, séparés par de profondes sutures, ornés de trois carènes spirales, perlées, les deux antérieures plus saillantes, et de fines lamelles d'accroissement dans les intervalles. Dernier tour presque égal aux quatre septièmes de la hauteur totale, à base élevée, convexe, imperforée, ornée de sept cordons concentriques, faiblement perlés, et de fines lamelles rayonnantes dans les intervalles. Ouverture arrondie, à peine versante en avant, à péristome peu épais et discontinu en arrière ; labre oblique ; columelle peu excavée et oblique ; bord columellaire lisse, un peu calleux, légèrement évasé et subcaréné du côté de la base.

Dimensions. Hauteur : 15 mill. 1/2; diamètre : 12 mill.

Rapports et différences. — Cette diagnose répond, en tous points, à celle beaucoup plus sommaire, qu'a publiée Martin, dans son étude sur l'Infralias de la Côte-d'Or. Seule, l'ouverture qui est intacte sur notre échantillon, présente, sur la figure du type de Semur, une échancrure qui a fait croire à l'auteur que cette coquille devait être classée dans le genre *Purpurina*; mais cette disposition paraît due à une mutilation du contour antérieur, et d'ailleurs, dans le texte, l'auteur indique que l'ouverture n'est pas intacte de ce côté. Il n'y a donc aucune hésitation à concevoir sur la détermination de l'échantillon vendéen, ni d'autre part, sur son classement générique. J'ai vérifié, d'ailleurs, qu'en passant dans le genre *Eucyclus*, *Purpurina tricarinata*, n'y rencontre pas d'autre espèce du même nom.

Plésiotype. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. IV, fig. 13-14); trois échantillons.

Eucyclus tectiformis nov. sp.

(Pl. IV, fig. 16).

Taille au-dessous de la moyenne; forme trochoïde; spire médiocrement allongée, à galbe parfaitement conique; sept ou huit tours plans, subimbriqués en avant, dont la hauteur égale les deux cinquièmes de la largeur, séparés par des sutures canaliculées, ornés de quatre rangées spirales de granulations, l'antérieure confondue avec l'angle imbriqué de chaque tour; dans leurs intervalles, de fines lamelles d'accroissement relient ces granulations. Dernier tour un peu supérieur à la moitié de la hauteur totale, caréné à la périphérie de la base qui est convexe et imperforée, ornée de huit cordons concentriques lisses, et de fines stries rayonnantes. Ouverture mutilée; columelle presque droite.

Dimensions. — Hauteur : 13 mill. 1/2; diamètre : 9 mill.

Rapports et différences. — Cette espèce a les plus grands rapports de ressemblance avec *Turbo triplicatus* Martin, de l'Infralias de la Côte-d'Or; cependant ce dernier n'a que trois rangées spirales de granulations, et l'antérieure est beaucoup plus écartée de la suture, de sorte que les tours n'ont pas l'aspect aussi tectiformes et imbriqués que ceux de notre coquille; en outre, les granulations de l'espèce bourguignonne sont beaucoup plus noduleuses, plus écartées, et les côtes concentriques de la base sont moins nombreuses, plus saillantes que les filets de l'espèce vendéenne.

Type. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. IV, fig. 16); unique.

Ataphrus planilabium nov. sp.

(Pl. IV, fig. 21).

Taille petite ; forme turbinée ; spire courte, à galbe à peu près conique ; quatre ou cinq tours un peu convexes, lisses, dont la hauteur égale les deux cinquièmes de la largeur, séparés par des sutures linéaires. Dernier tour très grand, arrondi à la périphérie de la base, qui est médiocrement convexe, étroitement perforée au centre. Ouverture petite, complètement circulaire, à péristome assez épais, discontinu en arrière ; labre oblique, non sinueux, épaissi et lisse à l'intérieur ; columelle arquée ; bord columellaire calleux, épanoui en avant par une large lèvre à peu près plane ou obscurément rainurée, limité à l'extérieur par un angle subcaréné.

Dimensions. - Hauteur : 6 mill. ; diamètre : 5 mill. 1/2.

Rapports et différences. — Les espèces jurassiques du genre *Ataphrus* ont une certaine analogie avec cette petite coquille, et particulièrement *A. Acmon* qui a presque le même galbe, avec une fente columellaire presque aussi ouverte ; toutefois l'espèce infraliasique, la première de ce genre qui ait été signalée à ce niveau, se distingue par la disparition presque complète du sillon columellaire : la lèvre est simplement aplatie, et c'est à peine si l'on distingue, à sa surface, une faible dénivellation qui tient lieu de sillon. Néanmoins, il ne paraît pas douteux que cette coquille appartient bien au genre *Ataphrus* ; chez *A. Labadyei*, du Bathonien de Saint-Gaultier (Indre), on remarque déjà que ce sillon devient très obsolète, et il est probable qu'au début de l'apparition de cette forme, ce caractère, très important par la suite, n'était encore qu'à l'état rudimentaire.

Type. — Mareuil-sur-le-Lay, au lieu dit « Salidieu » (Pl. IV, fig. 21), unique.

Ataphrus Piettei [Martin].

(Pl. IV, fig. 20).

1859. *Turbo Piettei* Martin. *M. S. G. F.*, (2), VII, n° 1, p. 72, pl. I, fig. 28-29.
1867. — — Moore. *Quart. Journ.*, p. 565.
1892. — — Hudleston et Wilson. Cat. of Brit. jur. Gastr., p. 132.

Taille moyenne ; forme globuleuse ; spire courte, conoïdale ; environ quatre tours croissant très rapidement, séparés par des sutures un peu enfoncées ; surface lisse. Dernier tour très grand, peu convexe sur les flancs, arqué ou faiblement subanguleux à la périphérie de la base qui est un peu aplatie, imperforée au centre.

Ouverture petite, circulaire, à péristome épais et presque continu; labre très oblique, lisse à l'intérieur; columelle arquée; lèvre columellaire calleuse, largement étalée, bien limitée à l'extérieur, recouvrant complètement la fente ombilicale, et creusée d'une gouttière superficielle qui s'arrête subitement en arrière.

Dimensions. — Hauteur : 11 mill. 1/2; diamètre : 9 mill. 1/2.

Rapports et différences. — Le fossile de la Vendée, ressemble complètement à la figure que Martin a publiée pour l'espèce de la Côte-d'Or : cette figure indique même le sillon columellaire (fig. 6), qui prouve que le classement de *Turbo Piettei* dans le genre *Ataphrus* est justifié; la prédominance du dernier tour, l'apparence subanguleuse de sa périphérie, la petitesse de l'ouverture circulaire, sont également des caractères distinctifs que reproduit parfaitement cette figure. La seule différence constatée, outre la taille qui est moitié moindre chez l'individu de Semur, c'est la profondeur plus grande des sutures de ce dernier; mais il est possible que cette rainure suturale soit le résultat de la fossilation.

Fig. 6. — *Ataphrus Piettei* Mart. Base grossie.

Plésiotype. — La Chapelle-Themer (Pl. IV, fig. 20); cinq individus, dont un seul montre la gouttière, les autres ayant la base ou l'ouverture mutilées.

Endianaulax [1], nov. subgen.

Taille assez petite; forme surbaissée, à spire courte; surface lisse; base médiocrement convexe, absolument imperforée; ouverture subquadrangulaire, à angles arrondis, à profil passablement oblique; columelle excavée se raccordant en courbe avec la base de l'avant-dernier tour et avec le contour supérieur; bord columellaire calleux, assez large et étalé sur la cavité ombilicale qu'il recouvre entièrement, limité extérieurement par une carène qui aboutit dans le prolongement du contour supérieur, complètement dépourvu de sillon entre cette carène et la columelle.

Type : *Endianaulax planicallosum*, nov. sp.

Rapports et différences. — On sait que le genre *Ataphrus* Gabb est caractérisé par une lèvre columellaire, calleuse, carénée extérieurement, munie, à la moitié de sa hauteur environ, d'un petit renflement obsolète, contre lequel se termine une rainure ou un sillon antérieur, parfois assez profond et assez large, quoique superficiel, qui se perd graduellement le long du contour supérieur de l'ouverture; notre nouveau sous-genre se distingue d'*Ataphrus* par l'absence complète de ce

1. Etym. : Ἐνδια, privé de; αὐλαξ, sillon; ν euphonique.

sillon; au lieu d'une saillie médiane, servant de limite à ce sillon, la surface de la lèvre columellaire est plane ou un peu excavée jusqu'à la région ombilicale, qu'elle recouvre plus complètement que chez *Ataphrus*. Comme d'ailleurs tous les autres caractères d'*Endianaulax* se rapprochent beaucoup de ceux d'*Ataphrus*, je propose d'en faire simplement un sous-genre de ce dernier, qu'il paraît avoir précédé dans son apparition sur l'écorce terrestre. Je n'ai rien trouvé de semblable parmi les coquilles improprement dénommées *Turbo*, dans les couches triasiques.

Moore a décrit, en 1867, un genre liasique, nommé *Pleuratella*, dont le type (*P. prima* Moore) est aussi une coquille lisse, à spire déprimée, mais dont la columelle diffère beaucoup, autant qu'on peut en juger d'après la figure informe qu'il en a donnée.

Ataphrus et *Endianaulax* sont provisoirement rapportés à la famille *Turbinidæ*, quoiqu'on ne puisse affirmer, jusqu'à présent que leur test présente des traces de nacre; en tous cas, ce sont des formes exclusivement mésozoïques, peut-être même s'éteignant dans le système jurassique, de sorte qu'il est bien possible que l'on soit ultérieurement conduit à créer, pour elles, une nouvelle sous-famille, ou même une famille distincte, caractérisée par sa lèvre columellaire, carénée à l'extérieur.

Quant à présent, si les représentants du genre *Ataphrus* sont nombreux comme espèces, et assez difficiles à séparer les uns des autres, à cause de la grande variabilité des individus, je ne puis encore citer qu'un seul individu de l'espèce-type d'*Endianaulax*; mais j'ai la conviction que, lorsqu'on aura pu étudier sur de bons échantillons l'ouverture d'un certain nombre de coquilles désignées comme *Umbonium*, quoique bien distinctes des Rotelles vivantes, on constatera qu'elle présente bien les caractères de notre sous-genre, auquel il sera plus logique de les rattacher, plutôt qu'à une forme actuelle qui n'est même pas représentée dans les terrains tertiaires.

Fig. 7. — *Endianaulax planicallosum* Cossmann. Base grossie.

Afin que les lecteurs puissent bien apprécier les différences que présente la lèvre columellaire, chez *Ataphrus* et chez *Endianaulax*, je crois utile de reproduire ci-dessous un grossissement schématique de cette partie de la coquille, d'après *E. planicallosum* ci-après décrit (fig. 7). La comparaison avec la figure 6 permettra de faire immédiatement la distinction.

Endianaulax planicallosum nov. sp.

(Pl. IV, fig. 17).

La diagnose générique, ci-dessus donnée, me dispense de donner une diagnose complète de cette espèce, qui est le type du sous-genre *Endianaulax*; je me borne à ajouter les caractères suivants, au point de vue spécifique.

Protoconque obtuse, en goutte de suif ; six tours à peine convexes, formant un dôme surbaissé, un peu renflés en avant près des sutures qui sont linéaires. Dernier tour représentant les trois quarts de la hauteur totale, subanguleux à la périphérie, à base convexe et imperforée ; ouverture à peu près égale à la moitié de la hauteur totale.

Dimensions. — Hauteur : 9 mill. ; grand diamètre : 11 mill. ; petit diamètre : 9 mill. 1/2.

Rapports et différences — Il existe, dans le Lias d'Angleterre, une coquille décrite par Moore sous le nom de *Turbo brocastellensis*, qui, d'après la figure très informe que l'auteur en a publiée, présente une analogie lointaine avec notre espèce ; mais, outre qu'elle a la périphérie du dernier tour plus arrondie, sa surface, lisse en apparence d'après la figure, serait, d'après le texte, couverte de stries spirales très fines ; la forme de la base et de l'ouverture sont d'ailleurs méconnaissables sur cette figure, de sorte qu'il est impossible de savoir exactement à quel genre doit être rapporté ce fossile ; il me suffit de pouvoir affirmer qu'il est bien distinct de notre espèce.

Il y a aussi, dans l'Hettangien de Terquem, un petit *Turbo rotundatus*, qui ressemble beaucoup à *E. planicallosum*, mais dont l'ouverture est inconnue, et dont la périphérie est plus arrondie.

Type. — Saint-Juire-Champgillon, un seul individu (Pl. IV, fig. 17).

Chartronia nov. gen.

Taille assez petite ; forme trochoïde ; spire courte ; tours anguleux et striés ; dernier tour grand, anguleux à la base qui est imperforée et sur laquelle s'étend au centre une callosité assez épaisse. Ouverture circulaire, à labre mince et peu oblique, découverte et versante à droite, par suite de l'existence d'une lèvre columellaire un peu creuse, séparée par un angle caréné de la callosité ombilicale.

Type : *Chartronia digoniata*, nov. sp.

Rapports et différences. — Cette forme est certainement bien distincte d'*Ataphrus* et d'*Endianaulax* par son galbe plutôt trochoïde que gibbuliforme, et par son ornementation spirale ; elle ne s'en rapproche que par sa lèvre columellaire, un peu creusée, mais dépourvue du sillon caractéristique des *Ataphrus* ; en outre, elle possède une callosité basale (fig. 8), bien distincte de cette lèvre, et qui rappelle le dédoublement qu'on observe également chez le genre tertiaire *Dillwynnella (olim : Platychilus, nobis)* ; mais elle se distingue de ce dernier par son galbe et par son ornementation, qui ressemblent plutôt à *Otaulax*, de l'Eocène de la Loire infé-

Fig. 8. — *Chartronia digoniata* Cossm. Base grossie.

rieure. Toutefois, on ne peut pousser plus loin la comparaison, parce qu'*Otaulax*, qui a bien une lèvre columellaire munie d'un sillon, est caractérisé par un large ombilic, à la place de la callosité basale de *Chartronia*.

En présence de ces divergences bien marquées, et eu égard à la parfaite conservation de l'échantillon-type, je ne puis me soustraire à la nécessité de proposer une nouvelle coupe générique, à laquelle il faudra très probablement rapporter beaucoup de prétendus *Trochus* bianguleux, des terrains jurassiques, quand on aura pu étudier leur ouverture intacte, et s'assurer qu'elle reproduit les caractères ci-dessus détaillés. Ainsi, il est probable qu'il faut rapporter à ce nouveau genre *Trochus dimidiatus* Sow., figuré par M. Hudleston dans sa monographie du Bajocien d'Angleterre.

Chartronia digoniata nov. sp.

(Pl. IV, fig. 24-26).

La diagnose générique, ci-dessus exposée, me dispense de donner une diagnose complète de cette espèce, qui est le type du genre *Chartronia* ; je me borne à ajouter les caractères suivants, au point de vue spécifique :

Environ cinq tours anguleux en avant, plans ou légèrement excavés sous la carène antérieure, séparés par des sutures subcanaliculées au-dessus de la carène, ornés de filets spiraux, plus écartés en arrière qu'en avant, l'avant-dernier, du côté postérieur, un peu plus saillant que les autres. Dernier tour supérieur aux deux tiers de la hauteur totale, bianguleux à la périphérie, avec cinq filets serrés entre les deux angles ; base déclive, ornée d'une dizaine de filets concentriques, assez fins, jusqu'à la saillie qui limite la callosité ombilicale. Ouverture comme dans la diagnose générique.

Dimensions. — Hauteur : 5 mill. 1/2 ; diamètre : 6 mill. 1/2.

Rapports et différences. — Il n'y a rien de semblable dans le Trias de Saint-Cassian, ni dans l'Hettangien de la Moselle. Dans son étude sur le Lias inférieur du Yorkshire, Moore a décrit un *Trochus Deslongchampsi*, figuré du côté du dos, et qui présente un peu d'analogie avec notre coquille, quoiqu'il paraisse plus surbaissé; la surface est indiquée comme lisse entre les carènes spirales, mais le texte indique « angulated striæ »; la base n'en est pas connue. Le mémoire de Martin sur l'Infralias de la Côte-d'Or, contient deux espèces qui pourraient, à la rigueur, être comparées à celle-ci ; mais l'une (*Pleurotomaria concava*) paraît réellement munie d'un sinus, et l'autre (*Turbo Andleri*) est ornée de plis axiaux qui manquent chez *C. digoniata*. *Trochus dimidiatus* Sow. semble, d'autre part, s'en distinguer par l'absence de filets spiraux.

Type. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. IV, fig. 24-26) ; six échantillons.

Patella Schmidti Dunker.

(Pl. III, fig. 34-35).

1847. *Patella Schmidti* Dunk. *Palæont.*, I, p. 113, pl. XIII, fig. 17.
1849. *Helcion Schmidti* d'Orb. Prod., I, p. 215, n° 62.
1855. *Patella Schmidti* Terq. *Loc. cit.*, p. 281, pl. XVIII, fig. 8.
1865. — — Terq. et Piette. *Loc. cit.*, p. 68.
1867. — — Moore. *Quart. Journ.*, V. XXIII, p. 564.
1875. — — Tate. *Quart. Journ.*, V. XXXI, p. 311.
1892. — — Hudl. et Wils. Brit. jur. Gastr., p. 98.

Rapports et différences. — Les échantillons de la Vendée sont, en tous points, semblables à la figure et à la description que Terquem a données des individus d'Hettange : ils présentent bien 20 à 22 côtes rayonnantes, assez élevées vers le sommet, plus effacées vers le bord, croisées par des lamelles d'accroissement écailleuses et quasi texturées vers le bord. La forme de la coquille est ovale, élevée, et le sommet est situé au tiers de la longueur, du côté antérieur. L'espèce se distingue de *P. hettangiensis* par sa forme plus ovale et par ses fortes côtes, à la place des lamelles qui ornent exclusivement ce dernier; quant à *P. Hennocquei*, il s'en écarte par sa forme bien plus étroite, plus surbaissée, et par la surface simplement ornée de stries concentriques et de vagues rayons; enfin *P. Dunkeri* est représenté par des individus presque circulaires, à peu près lisses, à sommet submédian.

Plésiotypes. — Le Simon-la-Vineuse (Pl. III, fig. 34-35); trois échantillons.

Résumé et conclusions

Bien que les descriptions qui précèdent ne soient exclusivement relatives qu'à la classe des Gastropodes, il paraît intéressant de les résumer, de manière à en tirer déjà quelques conclusions.

Ces espèces sont au nombre de 42, dont une est plutôt une variété qu'une espèce absolument distincte; sur ces 42 espèces, 26 sont nouvelles, et les 16 autres avaient déjà été nommées antérieurement, à savoir : 9 dans l'Hettangien de la Moselle, 3 dans l'Infralias de la Côte-d'Or, une en Normandie, et 3 dans la Vendée, ce qui porte à 29 le chiffre des formes spéciales à ce dernier département ; parmi les 12 espèces déjà connues de l'Est de la France, 4 avaient également été signalées, soit à Halberstadt en Allemagne, par Dunker, soit en Angleterre, dans le Somersetshire, par Moore.

Quoique la proportion des espèces communes avec celles des autres gisements hettangiens n'atteigne pas le tiers de l'ensemble, l'identité de ces formes nous paraissant indiscutable, on peut en

conclure que les gisements de la Vendée d'où elles proviennent sont contemporains de ceux qui ont fait l'objet des travaux de Terquem, Piette, Martin, Dunker et Moore.

En ce qui concerne particulièrement l'aspect de cette faunule, les observations qui accompagnent les descriptions des espèces en font ressortir les affinités avec le Trias d'une part, avec le Sinémurien d'autre part.

Les genres *Cœlostylina*, *Loxonema (Zygopleura)*, *Promathildia* etc... sont répandus dans les couches de Saint-Cassian et dans celles du même âge ; il n'est pas étonnant qu'ils soient encore représentés dans l'Hettangien, avant de s'éteindre complètement dans le système jurassique. D'autre part, on y constate la première apparition des Ampullines et des Nérinées, qui deviennent très nombreuses ensuite pendant la période jurassique. Enfin les Opisthobranches, et particulièrement les *Striactæonina* ont tout-à-fait le faciès infraliasique.

Dans ces conditions, l'étude paléontologique de ces coquilles vient confirmer pleinement les conclusions stratigraphiques de notre confrère et nous permet d'affirmer qu'il s'agit bien là de gisements hettangiens.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche III

Fig. 1. — *Cylindrobullina bulloides* Cossm. Gr. 5 fois.
Fig. 2. — *Cylindrobullina arduennensis* Piette. Gr. 8 fois.
Fig. 3-4. — *Striactæonina avena* Terquem. Gr. 8 fois.
Fig. 5. — *Cœlostylina paludinoides* Cossm. Grand. natur.
Fig. 6. — *Cœlostylina mammillata* Cossm. Gr. 8 fois.
Fig. 7. — *Cylindrobullina oryza* Terquem. Gr. 8 fois.
Fig. 8. — *Ovactæonina Chartroni* Cossm. Gr. 3 fois.
Fig. 9. — *Striactæonina turgida* Terquem. Gr. 8 fois.
Fig. 10. — *Promathildia Semele* d'Orb. Gr. 8 fois.
Fig. 11-12. — *Procerithium plocophoram* Cossm. Grand. natur.
Fig. 13-14. — *Cerithiella Welschi* Cossm. Gr. 2 fois.
Fig. 15-16. — *Procerithium vendæense* Cossm. Gr. 2 fois.
Fig. 17. — *Pseudomelania miliacea* Cossm. Gr. 8 fois.
Fig. 18. — *Procerithium potamidulum* Cossm. Gr. 2 fois.
Fig. 19. — *Exelissa infraliasica* Cossm. Gr. 2 fois.
Fig. 20-21. — *Procerithium acanthocolpum* Cossm. Gr. 3 fois.
Fig. 22-23. — *Endiatænia Terquemi* Cossm. Gr. 3 fois.
Fig. 24. — *Paracerithium loxocolpum* Cossm. Gr. 3 fois.

Fig. 25. — *Procerithium quinquegranosum* Cossm. Gr. 1 fois 1/2.
Fig. 26. — — — var. *Piettei* Cossm. Gr. 1 fois 1/2.
Fig. 27. — *Paracerithium Chartroni* Cossm. Gr. 8 fois.
Fig. 28-29. — *Promathildia terebralis* Cossm. Gr. 1 fois 1/2 et 3 fois.
Fig. 30. — *Procerithium potamidulum* Cossm. Gr. 2 fois.
Fig. 31. — *Procerithium quinquegranosum* Cossm. Gr. 3 fois.
Fig. 32-33. — *Paracerithium Moorei* Cossm. Gr. 3 fois.
Fig. 34-35. — *Patella Schmidti* Dunker. Gr. 3 fois.

PLANCHE IV

Fig. 1 et 7. — *Nerinella Grossouvrei* Cossm. Grand. natur.
Fig. 2 et 4. — *Loxonema (Zygopleura) subnodosum* d'Orb. Gr. nat.
Fig. 3. — *Ampullospira infraliasica* Cossm. Gr. nat.
Fig. 5. — *Cœlostylina elatior* Cossm. Gr. nat.
Fig. 6. — *Cœlostylina paludinoides* Cossm. Gr. nat.
Fig. 8 et 10. — *Pseudomelania Chartroni* Cossm. Gr. nat.
Fig. 9. — *Cœlostylina Chartroni* Cossm. Gr. 2 fois.
Fig. 11. — *Cylindrobullina peracuta* Cossm. Gr. nat.
Fig. 12. — *Cylindrobullina acuminata* Piette. Gr. 2 fois.
Fig. 13-14. — *Eucyclus tricarinatus* Martin. Gr. 2 fois.
Fig. 15. — *Cœlostylina Chartroni* Cossm. Gr. 1 fois 1/2.
Fig. 16. — *Eucyclus tectiformis* Cossm. Gr. 2 fois.
Fig. 17. — *Endianaulax planicallosum* Cossm. Gr. 2 fois.
Fig. 18-19. — *Neritina cannabis* Terquem. Gr. 2 fois.
Fig 20. — *Ataphrus Piettei* Martin. Cr. 1 fois 1/2.
Fig. 21. — *Ataphrus planilabium* Cossm. Gr. 3 fois.
Fig. 22-23. — *Cylindrobullina oryza* Terquem. Gr. 8 fois.
Fig. 24-26 — *Chartronia digoniata* Cossm. Gr. 3 fois.
Fig. 27-28. — *Cœlostylina mesaliæformis* Cossm. Gr. 4 fois.
Fig. 29-30. — *Neritopsis exigua* Terquem. Gr. 4 fois.

M. **Pervinquière** rappelle que les couches infraliasiques qui font l'objet de la note de MM. Chartron et Cossmann ont été signalées pour la première fois par M. G. Baron, dans les environs de Fontenay-le-Comte (*B. S. G. F.*, [2], XXVII, p. 695). Cet auteur les assimilait à la zone à *Amm. planorbis*, c'est-à-dire à l'Hettangien. Dans une deuxième note insérée également au Bulletin de la Société ([3], XIII, p. 476), il a donné quelques détails complémentaires et indiqué entre autres la présence de grès ou arkoses intercalés entre les schistes anciens et les calcaires roux de l'Infralias.

Séance du 17 Mars 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président annonce une présentation.

M. **Albert Gaudry** prend la parole en ces termes :

« J'éprouve le désir d'exprimer ma reconnaissance aux membres de la Société géologique de France pour la réunion qui a eu lieu le 9 mars. Quelques-uns de mes amis ont pensé qu'ils avaient parmi eux un vieux confrère qui a longtemps travaillé et ils ont voulu célébrer son cinquantenaire scientifique par une affectueuse manifestation. Les membres de notre Société ont pris une part importante dans cette manifestation ; car c'est notre premier vice-président M. Marcellin Boule qui, avec M. Thevenin, membre de notre Conseil, a tout organisé. La Société géologique m'a fait l'honneur de déléguer auprès de moi son Président ; M. Haug m'a dit de bonnes paroles. On a entendu aussi quelques autres de nos plus éminents confrères : notre grand charmeur M. de Lapparent, M. Stanislas Meunier, M. Bergeron, M. Barrois, venu exprès de Lille, M. Depéret, venu de Lyon. Beaucoup de nos amis des départements et de l'étranger ont envoyé des adresses. Vous avez tous pris part à la réunion. Je n'ai qu'un mot à vous dire : je vous remercie cordialement et j'ajoute que je ne m'étonne pas de recevoir des marques de votre affection, parce que moi je vous aime beaucoup et je vous aime depuis bien longtemps ».

Le Président remercie au nom de la Société M. Albert Gaudry des paroles chaleureuses qu'il vient de prononcer. En son nom personnel il remercie le Conseil de l'avoir délégué à cette belle réunion.

M. J. Bergeron offre à la Société géologique, de la part des auteurs, M. le Dr **Imbeaux**, membre de la Société, et M. **Villain**, ingénieur des mines, une brochure ayant pour titre : « *Captation des eaux souterraines de la forêt de Haye* ». Ils y décrivent la façon dont ils ont préparé et exécuté un projet d'amenée d'eau potable pour la ville de Nancy. Appliquant la méthode qui a si bien réussi pour le captage des eaux d'alimentation des villes de Liège et de Bruxelles, ils ont recueilli l'eau dans des calcaires fissurés du Bajocien, qui constituent la partie supérieure du plateau

de la forêt de Haye. Au moyen d'une galerie orientée normalement au plongement des couches et creusée en partie dans des marnes étanches du Lias supérieur, les eaux peuvent arriver dans les quartiers les plus élevés de la ville. Suivant les besoins, cette galerie, qui atteint près de 3 kilomètres, pourra être prolongée jusque sur une longueur de 6 kilomètres. En raison des conditions spéciales du plateau de Haye, recouvert par une forêt sans aucun centre important, les eaux sont complètement pures ; de plus elles sont abondantes. C'est la première fois que cette méthode de drainage par galerie profonde est employée en France. Elle paraît devoir donner encore d'excellents résultats grâce au soin apporté par les auteurs du projet. Il serait à désirer que, pour l'alimentation en eau des grandes villes, on s'en inspirât plus souvent. Cette brochure, écrite dans un style très clair, est bien faite pour montrer l'excellence et la simplicité de la méthode.

M. **de Lapparent** présente une brochure intitulée : « Le problème alpin ». Il se félicite d'avoir pu profiter de la grande publicité du *Correspondant* pour répandre, en dehors du cercle des spécialistes, la connaissance du mérite exceptionnel de travaux tels que ceux de MM. Marcel Bertrand, Lugeon et Schardt.

M. **Marcellin Boule** fait une communication sur *des fossiles provenant d'une caverne à ossements près de Montmaurin* (*Haute-Garonne*) [1].

La caverne de Montmaurin, creusée dans des calcaires garumniens à mi-hauteur d'un escarpement que couronnent les alluvions pliocènes du plateau de Lannemezan, a été explorée par mon ami M. Cartailhac, correspondant de l'Institut, à Toulouse.

Il y a observé les produits de deux remplissages successifs et il a pu recueillir quelques ossements dont la détermination n'est pas sans intérêt.

La grotte fut d'abord comblée de haut en bas ; elle fut ensuite à peu près recreusée et débarrassée de ce que les concrétions n'avaient pas empâté et enfin elle fut remplie par des apports plus récents.

Les témoins du premier remplissage sont aujourd'hui cimentés par des concrétions calcaires ; ils renferment des ossements dont l'extraction est des plus difficiles. Parmi les morceaux que m'a communiqués M. Cartailhac, j'ai pu reconnaître les espèces suivantes :

1. Voir *L'Anthropologie*, t. XIII, 1902 ; p. 305.

Rhinoceros Mercki Kaup.
Equus caballus Lin.
Sus scrofa Lin.
Bovidé indét.
Cervus elaphus Lin.
Cervus capreolus Lin.
Canis lupus Lin.
Hyæna brunnea Thumb.
Ursus différent de l'*U. speleus*.
Machairodus latidens Owen.
Castor sp. voisin de *Castor fiber* Lin. mais plus petit.

Cette petite faune est très différente de celle qui caractérise presque partout, dans les Pyrénées, les gisements de Mammifères quaternaires, c'est-à-dire de la faune à espèces dites froides : Mammouth, Rhinocéros à narines cloisonnées, Renne, associés aux grands Carnassiers des cavernes : Ours, Hyène, Loup.

Elle se rapproche au contraire de celle qu'on rencontre dans quelques localités privilégiées du Nord de la France, Chelles par exemple, où les espèces dites chaudes se présentent sans mélange d'espèces froides. Elle rappelle surtout les gisements que M. Harlé a eu le mérite de découvrir dans la région pyrénéenne et où il a trouvé le *Rhinoceros Mercki*, un Éléphant différent du Mammouth, des Hyènes du type de l'Hyène striée et non de l'Hyène tachetée, des Castors, des Porcs-Épics et enfin un Singe (*Macacus Tolosanus*) voisin du Magot de Gibraltar.

Le second remplissage de la grotte de Montmaurin est de beaucoup postérieur au premier. Parmi les quelques débris d'ossements qu'il a fournis, je me contenterai de signaler ceux qui se rapportent au *Renne*.

Ainsi, non seulement il y a eu, dans les Pyrénées, deux faunes quaternaires bien distinctes et qui ne sauraient être contemporaines, mais encore nous avons aujourd'hui la preuve bien nette de l'antériorité de la faune chaude à la faune froide. La faune chaude comprend deux formes nouvelles pour le Quaternaire pyrénéen » le *Machairodus* et l'Hyène brune.

Il est probable que le premier remplissage de la grotte de Montmaurin date d'une époque où la vallée n'était pas encore complètement creusée ; il est peut-être contemporain de la formation de la terrasse supérieure des grandes vallées (de la Garonne, par exemple). Les gisements signalés par M. Harlé se trouvent dans des conditions topographiques analogues. Tous sont situés en contre-bas de la grande formation détritique pliocène du plateau de Lannemezan, mais ils se tiennent à une hauteur considérable au-dessus des thalwegs actuels, lesquels n'ont guère changé depuis l'extinction et la disparition de la faune froide à Mammouth et à Renne.

ÉTUDES SUR LES NUMMULITES

par M. H. DOUVILLÉ

(Planche V)

Première note

La grande variabilité du type Nummulite apporte à son étude des difficultés spéciales. Par contre, la grande abondance de ces formes, dans les couches où on les rencontre, permet d'étudier ces variations d'une manière systématique; on peut ainsi se proposer de suivre le programme suivant, tout à fait général du reste, et qu'il serait très utile de pouvoir appliquer à toutes les formes fossiles :

1° Examiner des séries aussi nombreuses que possible d'échantillons provenant d'un même gisement, de manière à se rendre compte des variations individuelles ou *variétés* et des modifications qui se produisent pendant le développement des individus.

2° Comparer les formes d'un même horizon dans des bassins séparés, pour mettre en évidence celles qui peuvent être considérées comme appartenant à un même type et présentant seulement des différences de *races*.

3° Enfin, étudier comparativement les formes provenant de niveaux différents, pour établir les modifications successives éprouvées par chacun des types, c'est-à-dire les *mutations*.

Ce sont ces derniers caractères qui permettent de définir les espèces et de préciser l'âge des couches correspondantes.

Un ensemble de circonstances favorables nous a permis d'aborder l'examen des deux premières questions : M. l'abbé Boone nous a communiqué un grand nombre de Nummulites (plus de mille), recueillies dans les environs de Saint-Barthélemy (Landes); nous ne saurions trop remercier notre confrère de l'empressement avec lequel il a mis à notre disposition ces matériaux intéressants. Ils paraissent provenir d'un même horizon géologique; le gisement principal est une tranchée à 1500 mètres environ au nord de l'église de Saint-Barthélemy, sur la route qui va rejoindre à Beaulieu la grande route de Bayonne à Peyrehorade.

Plus récemment nous avons également pu examiner un lot assez important de Nummulites (300 environ) recueillies en Perse, par

notre confrère M. de Morgan, sur la route de Kachan à Ispahan près de la localité de Soh. Dans chacun de ces gisements, les matériaux dont nous disposions étaient assez abondants pour nous permettre d'apprécier les *variétés*, et leur comparaison avec les formes bien connues du bassin de Paris peut donner une idée de l'importance qu'il faut attribuer aux différences de *races*.

1° Gisement de Saint-Barthélemy

Cette faunule renferme un nombre d'espèces assez restreint ; les plus fréquentes sont une Orbitoïde, *Orthophragmina submedia* d'Arch., deux Assilines, *Assilina granulosa* d'Arch., et *Ass. spira* de Roissy, et deux Nummulites : la première reproduit tout à fait la forme caractéristique du type que l'on désigne habituellement sous le nom de *Nummulites Murchisoni* (Brunner *in* Rütimeyer) et qui est caractérisé par des filets méandriformes et une spire à tours extrêmement larges; la seconde est l'objet principal de cette note. Toutes ces formes sont des formes *B*; les formes *A* sont très rares, nous pouvons seulement citer quelques *Ass. Leymeriei* et des *Ass. subspira*, qui paraissent occuper un niveau particulier (à la base de la carrière des Barthes). La repartition des formes *A* et *B* est donc tout à fait l'inverse de ce qui a été considéré par De la Harpe comme le cas général et il est probable qu'on arrivera à reconnaître que l'abondance relative des formes *A* et *B* n'est pas arbitraire, mais est en rapport avec certaines des conditions de gisement.

Examinons de plus près la deuxième forme de Nummulite : quand on a séparé les échantillons à filets méandriformes, ceux qui restent constituent un groupe d'apparence hétérogène, les uns sont grands, lisses et assez plats, tandis que d'autres plus petits sont renflés et granuleux; on distingue en outre un petit nombre de spécimens intermédiaires entre ces deux groupes. Or, si on use les grands échantillons, ou si on les coupe suivant l'axe, on voit que les jeunes sont plus ou moins renflés et toujours granuleux, de telle sorte qu'il est impossible de les distinguer des échantillons du deuxième groupe. Ces diverses formes ne sont en réalité que des *variétés* d'une seule et même espèce toujours granuleuse et plus ou moins renflée dans le jeune âge, mais qui tantôt conserve ses granules et sa forme renflée dans l'âge adulte et tantôt, au contraire, perd ses granules à un âge plus ou moins avancé, devient lisse et s'aplatit.

Les filets peuvent être mis en évidence en usant la surface sui-

vant une direction tangentielle et en polissant la surface ainsi obtenue : on voit alors que l'intérieur des loges est rempli de chaux carbonatée transparente, ce qui facilite l'observation des cloisons; les filets présentent un tracé plus ou moins irrégulier mais surtout se distinguent par des ramifications d'une délicatesse extrême donnant naissance à un réseau très complexe (Voir la fig. 1 de la pl. V).

Ces ramifications elles-mêmes présentent des renflements irréguliers, qui en se développant produisent les granules ou tubercules : il en résulte que les formes granuleuses ou tuberculées ne sont en réalité qu'un cas particulier des formes réticulées. C'est là une disposition qui paraît générale et que nous croyons exister également sur le *N. aturicus* (*perforatus* auct.), contrairement à ce que pensait De la Harpe. Il en résulte qu'il n'est plus possible de distinguer trois groupes principaux de Nummulites, radiées, tuberculées et réticulées, mais deux seulement radiées et réticulées, ces dernières étant souvent tuberculées, au moins dans le jeune âge.

Il était intéressant de comparer ces formes réticulées avec celles du bassin de Paris, où nous savons qu'il existe également des formes du même groupe, tantôt lisses (*lævigatus*), tantôt tuberculées (*tuberculatus* Brug. = *scaber* Lk.).

Nous avons passé en revue toutes les formes conservées dans les collections de l'École des Mines et provenant des gisements les plus importants. Les échantillons sont souvent d'une conservation parfaite et c'est ainsi que nous avons pu reconnaître que dans plusieurs localités (Montchalons, Mouy, Mouchy) il n'est pas rare de rencontrer des échantillons complètement fermés et dépourvus de toute ouverture visible; les communications avec l'extérieur devaient se faire alors uniquement par les perforations du test.

Les échantillons de *N. lævigatus* de Gomerfontaine se font tout particulièrement remarquer par leur conservation exceptionnelle : tandis qu'habituellement il est nécessaire de faire sauter la couche extérieure du test pour mettre les filets en évidence, ici, au contraire, ces filets sont visibles directement à travers cette couche extérieure, sur laquelle ils se détachent sous forme de lignes plus blanches que la surface générale de la coquille [1]; on peut rendre

1. M. Schlumberger nous a communiqué des préparations sur lesquelles on distingue très nettement la différence de texture des filets cloisonnaires et de la couche superficielle des Nummulites : cette dernière couche est finement perforée, tandis que les filets sont constitués par du tissu compact et imperforé. Cette disposition a été du reste bien indiquée par Carpenter (Intr. to the Study of Foram., 1862, pl. XVIII, fig. 6), qui a très bien figuré

ces lignes encore plus distinctes en mouillant l'échantillon et c'est ainsi qu'il a été possible d'obtenir directement par la photographie la fig. 2 de la pl. V (grossissement cinq fois et demie environ). On voit que les filets présentent exactement les mêmes fines ramifications que celles que nous venons d'observer sur les spécimens de Saint-Barthélemy; on voit en outre que ces ramifications présentent des renflements irréguliers plus ou moins accentués; en usant la surface extérieure on voit ces granulations se développer et devenir de vrais tubercules, de telle sorte que même les formes paraissant lisses dans l'âge adulte, sont tuberculées dans le jeune âge. Il y a ainsi une correspondance complète de caractères entre les formes de Saint-Barthélemy et les *N. lævigatus* du bassin de Paris (en y comprenant la variété *tuberculata* ou *scabra*), leur identité spécifique paraît donc certaine; les différences qu'ils peuvent présenter seront alors seulement des différences de *races*.

M. Benoist était déjà arrivé à des conclusions analogues dans son étude des Nummulites recueillies dans les sondages des environs de Bordeaux. Il avait considéré les formes plates faiblement tuberculées comme une variété *aquitanica* du *N. lævigatus*; il est bien certain que le mot race aurait été plus rigoureux. A cette forme *B* est associée une forme *A*, considérée de même comme une variété (ou race) du *N. Lamarcki*. Seulement à côté de ces formes il en existe une autre plus granuleuse et plus renflée que M. Benoist considère comme le *N. aturicus* (*perforatus*, auct.); mais il résulte des observations que nous venons de faire que c'est seulement la variété *tuberculata* de l'espèce précédente. Les formes recueillies dans les sondages du Bordelais présentent rarement la taille normale de l'adulte et si, au moins jusqu'à présent, il paraît difficile de séparer les formes jeunes du *N. lævigatus* var. *tuberculata*, des formes jeunes du *N. aturicus*, ces deux espèces ou mutations n'en paraissent pas moins correspondre à des niveaux un peu différents et font partie de faunes distinctes; le *N. lævigatus* est associé à l'*Orthophragmina submedia*, aux *Nummulites* de la forme *Murchisoni* et aux *Assilina granulosa* et *spira*, tandis que le *N. aturicus* accompagne le *N. millecaput* (*complanatus*) et l'*Assilina planospira* et à la partie supérieure de cet horizon apparaissent

les fines ramifications des filets se détachant en blanc sur le test finement perforé; mais nous faisons des réserves expresses sur les canaux figurés dans l'épaisseur de la lame spirale. Nous n'avons pu constater d'une manière certaine leur existence sur aucune préparation; nous avons seulement observé quelquefois des canalicules irréguliers manifestement produits par des organismes perforants; c'est un sujet sur lequel nous reviendrons.

déjà les *Orthophragmina* papyracés; le *N. lævigatus* caractérise le Lutétien inférieur et remonte peut-être dans le moyen, tandis que le *N. aturicus* appartient au Lutétien supérieur.

M. Benoist avait signalé également le *N. lævigatus* var. *aquitanica* un peu au nord-est de Saint-Barthélemy, dans les carrières de Cahurt, commune de Sainte-Marie-de-Gosse, un peu avant le point où la grande route de Peyrehorade vient traverser l'Adour.

M. l'abbé Boone a encore retrouvé la même espèce de l'autre côté de Saint-Barthélemy au pied des collines de la rive droite de l'Adour, vers Hicaubé (carrières dites des Barthes) à peu près sur le méridien de l'église de Saint-Martin de Seignaux; à la base de la grande carrière des Barthes, un lit marneux renferme presque exclusivement l'*Ass. subspira*. On voit donc que cette faune du Lutétien inférieur, caractérisée par le *N. lævigatus*, présente dans toute cette région une extension considérable à la base des coteaux de la rive droite de l'Adour.

Au-dessus, sur le plateau que traverse la grande route de Bayonne à Peyrehorade, M. l'abbé Boone a recueilli près de Lannes le *Nummulites vascus* de l'Oligocène; tandis qu'en redescendant plus au nord, on retrouve entre Saint-André et Saint-Martin le *Num. contortus* associée à l'*Orbitoides radians* et, sur les bords de l'étang d'Irieu, des marnes à *Orbitoides Fortisi*. On reconnaît là les couches supérieures et moyennes de la falaise de Biarritz.

Il est du reste probable que les couches inférieures de la Côte des Basques existent également au-dessus des couches à *N. lævigatus* de Saint-Barthélemy. M. l'abbé Boone a en effet recueilli un seul échantillon de *N. aturicus* (*perforatus*, auct.) bien distinct par sa couleur et son mode de conservation des autres échantillons de Saint-Barthélemy ; il a recueilli également quelques grandes Nummulites aplaties qui ne nous paraissent pas pouvoir être distinguées de *N. mitlecaput* (*complanatus*, auct.). On peut donc penser qu'une étude détaillée de cette région permettrait d'y retrouver tous les horizons nummulitiques du bassin de l'Aquitaine.

2° Nummulitique de Soh (Perse)

Un triage attentif des échantillons de cette localité nous a montré qu'ils se répartissaient de la manière suivante :

Assilina spira	6 %
— *subspira*	23 %
Nummulites lævigatus	20 %
— — var. *tuberculata*	51 %

Cette faunule, quoique moins variée que celle de Saint-Barthélemy, paraît bien être à peu près du même âge; les *Nummulites lævigatus* sont plats et atteignent jusqu'à 34 millimètres de diamètre pour une épaisseur de 4 millimètres, mais par le polissage on reconnaît que les filets présentent la même disposition que les spécimens de Saint-Barthélemy et les mêmes granulations dans le jeune âge; celles-ci persistent quelquefois dans l'adulte, qui présente alors des granulations fines et nombreuses, rappelant celles du *N. Brongniarti*, de Ronca.

La variété *tuberculata* est plus nettement séparée de la précédente que dans le bassin de l'Adour, elle atteint un diamètre de 15 millimètres pour une épaisseur de 8 millimètres. Si elle était seule il pourrait être difficile de la distinguer du *N. aturicus*, au moins dans l'état encore très imparfait de nos connaissances.

Il est déjà très intéressant de retrouver à une aussi grande distance de l'Aquitaine et du bassin de Paris une faunule de Nummulites tout à fait comparable à celles que nous venons d'étudier; mais ce qui augmente encore cet intérêt, c'est la faune d'Échinides et de Mollusques qui l'accompagne. Il nous suffira de citer un grand *Conoclypeus* d'espèce nouvelle, mais analogue à ceux que l'on est habitué à rencontrer à ce niveau, des Huîtres rappelant tout à fait celles du Calcaire grossier parisien, *Ostrea* (*Pycnodonta*) *gigantea*, *O. flabellula* et une autre espèce rappelant l'*Ostrea bellovacina*, mais à test plus épais et moins lamelleux, tout à fait comparable à celle que d'Archiac a figurée du Nummulitique de l'Inde sous le nom de *O. multicostata*; le *Pecten solea* connu de Chaumont et de Biarritz; la *Vulsella falcata* de cette dernière localité; les Spondyles sont très abondants et appartiennent au groupe du *Sp. rarispina* du Calcaire grossier parisien et du *Sp. Rouaulti* de l'Inde. A signaler encore de très grandes Lucines, tantôt irrégulières de forme, comme la *L. contorta* d'Abbecourt, mais avec une taille beaucoup plus grande, tantôt circulaires, comme la *L. gigantea* du Calcaire grossier, mais ayant le test plus épais et le corselet postérieur plus accentué; une *Crassatella* cf. *plumbea*, une *Cardita* cf. *imbricata*; une grande *Chama* du groupe de la *C. distans* du Soissonnais; une grande *Pinna* rappelant la *Pinna margaritacea*, mais ayant des côtes plus nettement délimitées et plus espacées, etc. Parmi les Gastropodes, il faut signaler le *Velates Schmiedeli*, qui a persisté dans le Vicentin bien plus longtemps que dans le bassin de Paris, un *Xenophora*, qui collectionne uniquement les Nummulites et les Assilines, un *Terebellum* cf. *convolutum*, une *Cyprea* d'un groupe bien caractéris-

tique de l'Éocène, à rapprocher à la fois du *Cyprædia sulcosa* du Calcaire grossier et du *C. elegantiformis* de Monte Postale. Enfin, une espèce nouvelle de très grande taille de ces curieuses Ovules si caractéristiques de la partie inférieure de l'Éocène, pour lesquelles on a proposé le genre *Gisortia*. Les analogies sont incontestables avec le bassin de Paris, celui de Bordeaux et le Vicentin; malheureusement les échantillons sont tantôt empâtés dans une gangue dure, tantôt à l'état de moules, de telle sorte que leur détermination, au point de vue spécifique, ne paraît pas, dans bien des cas, pouvoir être faite avec précision. Mais en somme, le caractère général de cette faune est remarquablement d'accord avec les indications tout à fait nettes données par les Nummulites elles-mêmes.

On voit que le *N. lævigatus*, avec ses races et ses variétés, paraît largement représenté dans les différentes régions de la Mésogée et qu'il y occupe partout le même niveau que dans le bassin parisien, c'est-à-dire la partie inférieure du Lutétien. C'est la confirmation des résultats précédemment indiqués par d'Archiac et de Hantken, pour l'Asie Mineure et la Hongrie, et plus récemment par M. Benoist, pour le bassin de l'Aquitaine.

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

Fig. 1. — *Nummulites lævigatus*, de Saint-Barthélemy (Landes); échantillon usé parallèlement au plan équatorial et poli. Il montre les filets, leurs fines ramifications et les épaississements des uns et des autres produisant les granules. Grossissement 5 fois 1/2.

Fig. 2. — *Nummulites lævigatus*, de Gomerfontaine (Oise); photographie directe de la surface extérieure de l'échantillon, montrant, comme dans l'échantillon précédent, les filets, leurs ramifications et les épaississements correspondant aux granules. Même grossissement.

EXCURSION GÉOLOGIQUE

A LA

LISIÈRE SEPTENTRIONALE DU SAHARA ALGÉRIEN

(Décembre 1901)

par M. E. JOURDY.

I. — Voyage au Bled [1] des Ksour oranais

Dans le Sud oranais, la mer d'Alfa recouvre à perte de vue les hauts plateaux dont la surface absolument plate et horizontale semble le fond d'un ancien lac à sous-sol d'alluvions quaternaires. A partir de Méchéria, l'horizon vers le sud se complique de pitons dénudés et escarpés, qui font l'effet de pains de sucre disposés sans ordre sur une table. Ces pitons sont les témoins d'une chaîne de montagnes dont les ravinements ont comblé les vallées (hauts plateaux, plaine encore ondulée de Saïda, plaine d'Eghris, etc.) par de fertiles alluvions et ont plaqué d'innombrables et énormes blocs de cailloux roulés les flancs des vallées de l'Oued Saïda et de l'Oued el Hamman, par où ces matériaux de transport ont traversé les puissantes assises tertiaires, pour s'écouler jusqu'à la Méditerranée.

A Méchéria, le Djebel Antar s'élève de 1075 m. (altitude du plateau) jusqu'à la cote 1720. Sur son flanc est, les couches (grès et dolomies du Jurassique supérieur ou du Crétacé inférieur) sont fortement inclinées vers l'est, paraissant plonger sous le plateau pour former un synclinal se raccordant avec le Djebel Aouivet ben Daoud (altitude 1784 m.), dont le squelette dénudé fait face, à 50 kilomètres de distance dans cette direction, au Djebel Antar.

J'avais projeté une coupe du flanc est de l'Antar, sans avoir pu explorer le flanc ouest, qui tombe à pic en face du Maroc ; mais M. Flamand m'en a montré une coupe plus complète, qui est rendue fort intéressante par l'apparition d'un lambeau de Lias, dont il a relevé la présence au pied de la falaise, au-dessus de la dune. Cette coupe fait partie du travail que M. Flamand prépare sur le massif montagneux des Ksour, et qui sera publié en son temps.

1. L'arabe appelle Bled le pays désolé qu'il croyait inaccessible à l'Européen (au Roumi).

Au-delà du Djebel Aouivet ben Daoud, les crêtes de la longue chaîne du Djebel Amour se pressent parallèlement, hautes, minces, allongées et serrées, maintenant de Géryville à Duveyrier leur direction N.E.-S.O., les premières dominant le haut plateau, les dernières en muraille au-dessus du Sahara, dont la Hammada s'étend à perte de vue, comme la plage d'une mer sans limites.

Au voisinage du haut plateau, les intervalles de ces chaînons conservent la physionomie caractéristique de la mer d'Alfa. Au nord d'Aïn Sefra, celui qui sépare le Djebel Morghad (2336) du Djebel Aïssa (2236) est à l'altitude de 1150 m., il est connu sous le nom de Faidjet el Bétoum (couloir des Térébinthes). C'est la fin de la région de l'Alfa. A partir de là, dans la direction du sud, le sol est réfractaire à toute végétation ; les montagnes sont absolument nues, les vallées caillouteuses, sauf dans les thalwegs humides en hiver, où poussent de maigres touffes, dont le chameau seul sait s'accommoder, ainsi que les singulières ombelles du « deguaa », le « chieh » (Artémise) et les Salsolacées sahariennes.

Ce n'est pas que l'eau fasse absolument défaut au pays des Térébinthes, mais les couches puissantes des grès y réservent le séjour des eaux pluviales à leurs minces lits marneux intercalés. Un arrêt d'une demi-journée à Aïn Sefra m'a permis de faire l'ascension du Djebel Aïssa, d'où l'absence de toute végétation laisse facilement observer au loin la disposition des couches de cette montagne, ainsi que de celles du Djebel Mekter, au pied duquel est bâti Aïn Sefra. Sur le flanc est de la première de ces montagnes, les couches se relèvent vers le sommet, en immenses

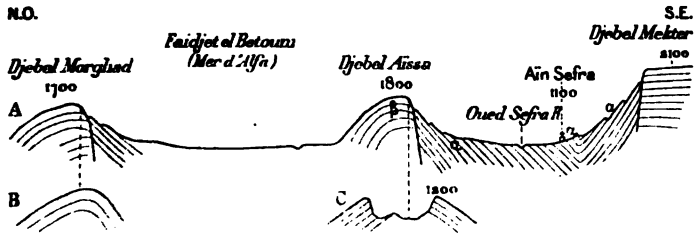


Fig. 1. — Coupes à travers les Djebel Morghad, Aïssa et Mekter à Aïn Sefra. Long. env. 30 kilom.

α, Grès jaunâtres avec couches marneuses rouges et blanches intercalées ; β, Mince banc d'arkose.

dalles inclinées, plaquées les unes au-dessus des autres, absolument comme des vagues pétrifiées au moment où elles se précipiteraient à l'assaut de la crête de la montagne (fig. 1, A). Ce spec-

tacle saisissant se répète sur les flancs de toutes les montagnes environnantes ; il est même caractéristique des chaînons, non seulement du Djebel Amour, mais aussi du Djebel Aurès, car il s'observe avec autant de netteté depuis El Kantara jusqu'au-dessus de Biskra (fig. 7).

Du signal du Djebel Aïssa, on distingue très bien le flanc ouest du Djebel Mekter, révélant, vers le quart à partir de son pied, un synclinal qui intéresse précisément la couche marneuse aquifère (fig. 1, A). C'est la raison pour laquelle les sources qui alimentent assez richement Aïn Sefra paraissent sourdre sous la dune qui domine la petite ville dans la direction du sud. Mais il est clair qu'en suivant le plan d'eau marqué par l'affleurement de la couche marneuse, et en captant les sources au lieu de les laisser retomber dans les grès inférieurs, on augmenterait singulièrement la richesse en eau de ce coin privilégié du Bled ksourien. Une très courte étude suffirait à la détermination du tracé de faciles canaux, qui donneraient de la fertilité à la vallée, dont le fond, recouvert d'un limon argilo-sableux, ne demande qu'à devenir productif ; on se ménagerait ainsi également les approvisionnements d'eau nécessaires à la gare d'Aïn Sefra, qui est destinée à devenir la tête d'étapes du chemin de fer de pénétration du désert : les rails étaient déjà, en décembre 1901, poussés jusqu'à l'Oued el Hassi, à 140 kilomètres sud-est d'Aïn Sefra, contournant ainsi l'inhospitalière oasis de Figuig.

La crête du Djebel Mekter apparaît boisée (forêts de Thuyas) jusqu'à de grandes distances : il paraît que des sources s'y trouvent à plusieurs places et qu'on a même songé à y établir un sanatorium.

La forte inclinaison des strates gréseuses du flanc est du Djebel Aïssa et du Djebel Morghad contraste singulièrement avec l'horizontalité de ceux de leur crête qui, de là, vont s'inclinant doucement d'abord, puis plus fortement, en descendant leur flanc ouest : il y a là deux anticlinaux semblables, dont les lèvres se rejoignent en forte discordance. Si on suit la crête mince et longue du Djebel Morghad vers le nord (fig. 1, A, B), les deux inclinaisons si différentes se raccordent peu à peu, jusqu'à ce qu'elles se soudent en une voûte ininterrompue. Du côté sud, au contraire, la crête du Djebel Aïssa disparaît rapidement dans la plaine et l'anticlinal s'y présente sous sa forme la plus typique, de deux crêts de grès durs se faisant face et séparées par une combe marneuse (fig. 1, C). Ces deux montagnes parallèles se présentent donc au géologue comme un modèle-type des trois variétés de l'anticlinal, avec transition entre ces formes.

Je n'ai pas trouvé de fossiles dans ces bancs très régulièrement stratifiés de grès, ni dans les marnes interstratifiées : mais M. Flamand m'a assuré qu'ils sont néocomiens.

II. — Étude de la région de Duveyrier

1° Paléontologie

Une communication de M. Douvillé, à la séance du 20 janvier 1902 de la Société géologique, a fait connaître les fossiles que j'ai trouvés ou fait chercher à Duveyrier. M. Douvillé a déterminé comme bathoniens les fossiles que j'ai trouvés en cherchant le raccordement de la table calcaire horizontale du Ras el Dim (fig. 2, 3, 4, 5). Les fossiles identiques, mais plus déterminables, qui ont été recueillis à la montagne voisine du Djebel Keridisch, sont : *Nerinea*, *Lopha* sp. (région de Bayeux), *Rhynchonella obsoleta*, *Rh. elegantula* (?), *Terebratula*, baguettes d'*Acrosalenia*, *Thamnastrea*. Les roches qui contiennent ces fossiles sont des calcaires oolithiques, à oolithes de grosseur variable.

Des roches très analogues renferment une faune un peu différente, que M. Douvillé considère comme bajocienne ; les fossiles recueillis sur mes indications, après mon départ, par M. le lieutenant Quoniam sont les suivants : *Belemnopsis sulcata* (fragment), *Trigonia striata*, *Lima* aff. *punctata*, *Lopha* sp. (même forme que ci-dessus), *Zeilleria ornithocephala* ou *cadomensis*, *Isastrea limitata*, *Isastrea* sp. Un deuxième envoi du même observateur a permis d'ajouter les espèces suivantes sans qu'il soit possible de séparer les formes bathoniennes des formes bajociennes : *Hamusina*, sp., *Ctenostreon Hector*, *Lima* (2 espèces identiques à des formes de Conlie), *Eopecten (Hinnites* auct.) *tuberculatus*, *Ostrea* aff. *sportella*, *Terebratula Fleischeri*, *Rhynchonella quadriplicata*, *Rh. lotharingica*, *Rhabdocidaris maxima*.

Le même paléontologue estime liasiques les calcaires noirs du Djebel Kardacha, d'où j'ai rapporté plusieurs échantillons de *Rhynchonella tetraedra* et un *Harpoceras*.

Je pense que le Djerman Tahtani est le prolongement stratigraphique du même horizon liasique. Un caillou de grès rouge a paru à M. Douvillé y révéler du Trias.

2° Tectonique

En quittant Aïn Sefra, le chemin de fer s'engage dans les gorges du Djebel Mekter, pour déboucher ensuite dans la vallée caillou-

teuse de l'Oued Dormel, affluent de l'Oued Zoubia, qui franchit à Duveyrier, par une cluse, le chaînon très mince du Djebel Kardacha et va se perdre dans la Hammada des Ouled Sidi Cheik.

Les environs de Duveyrier (fig. 5) sont très intéressants pour le géologue. Cette région du Bled, moyennement mouvementée, vue dans la direction du nord, se présente en profil, de l'est à l'ouest, sous cinq aspects différents (fig. 2) :

1° La *Hammada* basse (altitude 750 m.), plate, immense, dont la monotonie caillouteuse se prolonge par les dunes indéfinies des sables de l'Erg du Sahara.

2° L'*anticlinal* haut et mince du Djebel Kardacha (1080 m.), dans son aspect classique de deux crêts calcaires séparés par une combe marneuse.

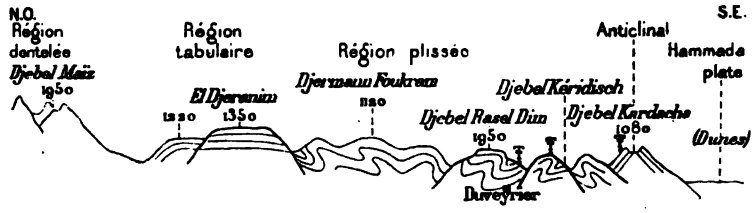


Fig. 2. — Vue perspective de la région de Duveyrier ; 50 kilom.

3° Une *région plissée*, où les couches calcaires et gréseuses forment des plis variés, dont l'un (Djermann Foukrani), à double courbure en éventail, la branche ouest y étant couchée à l'ouest, la branche est à l'est. Dans le voisinage de ce pli, le sommet du Djebel Ras el Dim est formé d'une table calcaire absolument horizontale, qui semble superposée sans lien stratigraphique aux couches inclinées du flanc de la montagne, tandis qu'en réalité cette énorme dalle est tout simplement la branche horizontale d'un pli couché, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre en suivant pied à pied les couches qui sont parfaitement nues et continues.

4° Une *région tabulaire*, dont le sommet est horizontal sur une grande longueur, fin d'un pli unique couché à l'ouest, du Djebel Djeramin (1350 m.), tandis que, du côté oriental, les plis multiples se couchent à l'est, formant en somme un éventail compliqué.

5° La *région dentelée* du Djebel Maïz (1950) marocain, dont la constitution géologique ne peut plus être aperçue même à la lunette.

Le profil en travers de la région de Duveyrier, du Sahara français au massif élevé du Maroc, témoigne d'une action de refoulement qui se révèle comme simple sur la lisière du désert, mais

compliquée au centre de plis en double courbure et éventail, et terminés à l'ouest par un long pli couché au contact du massif marocain, comme si le plissement général de la région avait été accompagné d'une torsion, en s'appliquant contre quelque horst occidental. L'étude des profils en long corrobore cette explication tectonique. En effet, le flanc ouest du chaînon allongé N.E.-S.O. du Djebel Kardacha (fig. 3) est constitué par des strates régulièrement superposées, mais toutes relevées du côté nord suivant un brusque crochet, qui ne peut s'être produit que par une action de compression oblique à celle de la formation du chaînon.

Fig. 3. — Coupe en long du Djebel Kardacha.

Le profil en long du flanc est du Djerman Tahtani, qui fait face au Djebel es Sefra, prolongement du Djebel Kardacha au sud de la cluse de l'Oued Zoubia, présente des plis couchés vers le nord et interrompus par un brusque et court anticlinal (fig. 4).

La raison de cette action de torsion paraît du reste fort apparente, car, jusqu'à Duveyrier, les derniers contreforts du Djebel Amour se présentent en chaînons minces, parallèles, orientés du nord-est au sud-ouest, tandis qu'aux environs de Duveyrier, le massif s'empâte, se brise, s'enchevêtre, pour se poursuivre ensuite au Maroc, par des chaînes orientées est-ouest bien au-delà de Figuig. C'est au changement de courbure, dû sans doute à quelque massif solide préexistant de la région marocaine, que l'orientation typique, qui prévaut dans la plus grande partie de la Tunisie et de l'Algérie à la lisière du Sahara, s'est brusquement modifiée. La compression normale du rebord du Bled ksourien devait vraisemblablement se compliquer à cette place d'une torsion, qui a engendré les plis couchés et les doubles courbures. En plan, la formation de cette courbe orographique des chaînons, qui tourne sa convexité vers la région d'origine de l'effort de compression, serait donc ainsi l'inverse de celle qui a présidé à la formation de la courbe concave du Jura occidental.

Fig. 4. — Coupe en long du Djerman Tahtani.

Les données précieuses de la paléontologie conduisent à voir, dans cette région de Duveyrier, intéressante déjà au point de vue purement tectonique, un pointement du Jurassique inférieur appa-

raissant au-dessous du manteau crétacé qui constitue le Bled algérien et tunisien, depuis le Tertiaire du Tell jusqu'au fond du Sahara.

Il y a donc tout lieu de croire que le manteau de grès cénomaniens et néocomiens du Bled oranais s'amincit au voisinage du Maroc, et que le terrain jurassique y apparaît par des boutonnières pratiquées dans le revêtement général crétacé, en bordure des terrains paléozoïques, qui affleurent un peu plus loin au sud-ouest.

Cette disposition géologique est analogue à celle des grès cénomaniens du Maine qui, à leur approche du terrain primaire, dans l'Ouest de la France, s'amincissent au point que le terrain jurassique y apparaît de même par des pointements en boutonnière perçant le manteau cénomanien, par exemple, les récifs coralliens qui s'élèvent au-dessus du Crétacé aux environs de La Ferté-Bernard, la grande boutonnière elliptique oxfordienne du Blinois, la boutonnière callovienne de Saint-Sabine à 12 kilomètres du rivage silurien de Sillé-le-Guillaume et à 40 kilomètres de la longue bande houillère qui prolonge à l'est le bassin de Laval.

M. Marcel Bertrand a fait sur les anciens rivages du Maine, une étude du plus haut intérêt [1]. La région de Duveyrier a de quoi encore attirer davantage l'attention des géologues en raison de ses phénomènes tectoniques si curieux et dont la connaissance peut être très utile pour la découverte des plis du terrain primaire et surtout de ceux du terrain carbonifère dans la région voisine.

La persistance de la direction N.E.-S.O., avec de très faibles déviations, des chaînons minces et élevés qui forment la bordure méridionale de la chaîne des Ksour, est remarquable dans l'Afrique du Nord, puisqu'elle se poursuit sans altération depuis Duveyrier en Oranie jusqu'au cap Bon en Tunisie, sur une longueur de 1,400 kilomètres. M. Flamand a reconnu qu'elle se maintient en épaisseur dans le Sahara à travers la Hammada et l'Erg des Ouled Sidi Cheik, et que ses alignements se reconnaissent malgré le manteau parfois épais des dunes de sable. Ce géologue l'a retrouvée plus au sud encore dans la vallée de Méguiden, puis dans le synclinal du plateau de Tadmaït, c'est-à-dire jusqu'à 550 kilomètres du Djebel Kardacha. Mais il a observé que, plus au sud, dans la plaine du Tafilet, à In Salah, les plis anticlinaux des terrains primaires sont orientés à peu près nord-sud, prolongeant à travers 1,000 kilomètres d'étendue de terrains crétacés et tertiaires constamment plissés N.E.-S.O., les alignements méridiens du Primaire du

1. M. Marcel Bertrand. Sur la continuité du phénomène de plissement dans le bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3) XX, 1892.

littoral nord-ouest de l'Algérie, lisière du massif des terrains anciens effondrés sous la Méditerranée.

Il devient alors du plus haut intérêt, en suivant la méthode ingénieuse de reconstitution des anciens fonds des mers anciennes qui a été indiquée par M. Marcel Bertrand, de vérifier si les boutonnières jurassiques du revêtement crétacé dans le Bled de Duveyrier n'auraient pas reproduit fidèlement les ondulations du substratum ancien. Or, les indications de la carte encore imparfaite (fig. 5) semblent confirmer cette prévision, puisqu'elles men-

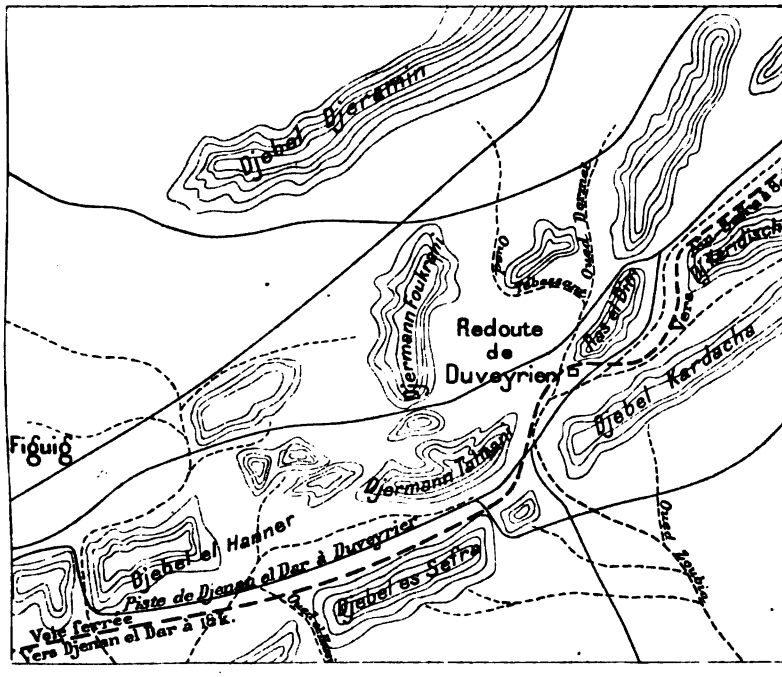


Fig. 5. — Environs de Es Zoubia (Duveyrier). — Echelle : 1/300.000.

tionnent plusieurs chaînons orientés nord-sud, jalonnant sans doute à mi-chemin l'énorme distance entre les orientations similaires du massif ancien sous-jacent, signalé par M. Flamand tant à Gar-ouban qu'à In Salah.

La région tabulaire située à l'ouest de Duveyrier serait sans donte due à l'application du terrain jurassique contre le bord de la boutonnière crétacée.

III. — Course à l'Oasis de Djenan ed Dar

Dès qu'on a quitté Duveyrier en se dirigeant vers le sud, on se trouve dans le bassin de l'Oued Zousfana. Avant d'aborder les dunes qui précèdent Djenan ed Dar, l'attention se porte infailliblement sur les cailloux noirs, ovoïdes qui couvrent la plaine. Ces cailloux sont tous curieusement burinés ou même sculptés à leur surface par l'action du vent et du sable ; quelques-uns d'entre eux renferment des Rhynchonelles à test blanc, déterminées comme liasiques par M. Douvillé. Ils gisent désagrégés sur le sol de la Hammada, constituée par une couche de grès ; par places on les observe agglomérés par un ciment gréseux qui évoque nécessairement l'idée d'une formation remaniée, ou tertiaire (M. Pomel), comme les poudingues d'El Kantara, ou quaternaires, comme ceux du Bled saharien des Ouled Sidi Cheikh (M. Flamand). On les trouve en place dans la colline sur laquelle se construit la nouvelle redoute de Djenan ed Dar. La base de cette colline est formée par de la marne couronnée par une couche de calcaire dur crétacé avec de maigres fossiles, dans laquelle s'observe une lentille de poudingue. Or, les éléments de ce poudingue sont précisément les cailloux noirs de la vallée.

Ces cailloux auraient ainsi subi un sort assez mouvementé : arrachés du sous-sol liasique pendant la formation des sédiments crétacés, ils auraient été repris, dégagés puis légèrement agglutinés pendant la periode tertiaire ou quaternaire pour être de nos jours, définitivement libérés et ensuite soumis aux tourmentes du sable du désert.

En raison du peu de temps que j'ai passé à cette porte du Sahara, je ne me suis pas risqué à donner une coupe des environs de Djenan ed Dar, encore moins de ceux de Figuig, qui seraient faciles à étudier s'il était possible de s'en approcher en ce moment. L'avenir donnera sans doute plus de facilité à la légitime curiosité des géologues.

IV. — Renseignements sur la vallée de la Zousfana

A 100 kilomètres au sud de Djenan ed Dar, commence un bassin carbonifère qui semble s'avancer jusqu'à Igli le long de l'Oued Zousfana, et qui, dans la direction de l'ouest, s'enfonce au loin dans l'Hinterland marocain. J'ignorais la présence de cet horizon dans cette région saharienne lors de mon passage, mais des fossiles,

que j'ai découverts dans des tentes d'officiers, m'ont convaincu bien vite de leur valeur pour la fixation géologique de cette région du Sahara. M. Douvillé m'a rapidement confirmé l'exactitude de cette prévision et a déterminé les espèces que j'ai retrouvées plus tard dans les tiroirs bien garnis de la Faculté des Sciences d'Alger, déterminées par M. Ficheur depuis déjà dix-huit mois [1].

J'ai puisé aux mêmes sources de renseignements que M. Ficheur, puisque je n'ai fait que recueillir des fossiles trouvés par des officiers entre Djenan ed Dar et Igli. D'après les renseignements provenant de cette source, les couches carbonifères très fossilifères, affecteraient un profil en crémaillère dans la vallée de l'Oued Zousfana et plongeraient vers l'ouest jusqu'à la vallée de l'Oued Guir, sinon plus loin encore dans cette direction (fig. 6).

Fig. 6. — Coupe à Ksar el Azong (par renseignements).

Il y a là un fait très important, car le terrain carbonifère, qu'on savait se trouver dans le Sahara central, au sud de la cuvette crétacée à de grandes distances, après avoir franchi de longues hammadas et d'interminables dunes de sable, est découvert au contraire dans le sud oranais, à moins de 100 kilomètres de la gare terminus du chemin de fer. Il en résulte une facilité infiniment plus grande pour étudier ce bassin carbonifère et, si un heureux hasard permet de trouver de la houille, il serait facile d'exploiter dans d'excellentes conditions ce combustible qui manque encore si cruellement à l'Algérie. Les considérations qui précèdent sur les allures du terrain primaire du Nord de l'Afrique, sont de nature à beaucoup faciliter ces recherches.

V. — Excursion au pied du Djebel Aurès

Je n'ai parcouru qu'en chemin de fer cette région déjà connue des géologues et très fréquentée par les touristes.

De Batna, quand on s'avance vers le sud, on parcourt pendant 40 kilomètres un haut plateau (1100 m.), couloir entre les Djebel Chelik et El Biar, couvert d'Alfa; les montagnes encaissantes sont crétacées (Urgonien-Aptien), ainsi que je l'ai vérifié à Lambèse (10 kil. de Batna), où il existe des gisements de fort beaux fossiles. Puis on s'enfonce dans une région très bouleversée du Bled ksou-

1. *C. R. Ac. Sc.*, 23 juillet 1900.

rien, par la vallée d'El Brik et les vallons latéraux formés par une série très épaisse de nombreux chaînons parallèles (N.E.-S.O), région très régulièrement tourmentée, d'où on débouche en plaine après avoir traversé la cluse si pittoresque d'El Kantara, dont les superbes rochers, coupés sur une hauteur de plus de 100 mètres comme à la hache, sont sénoniens [1] (fig. 7).

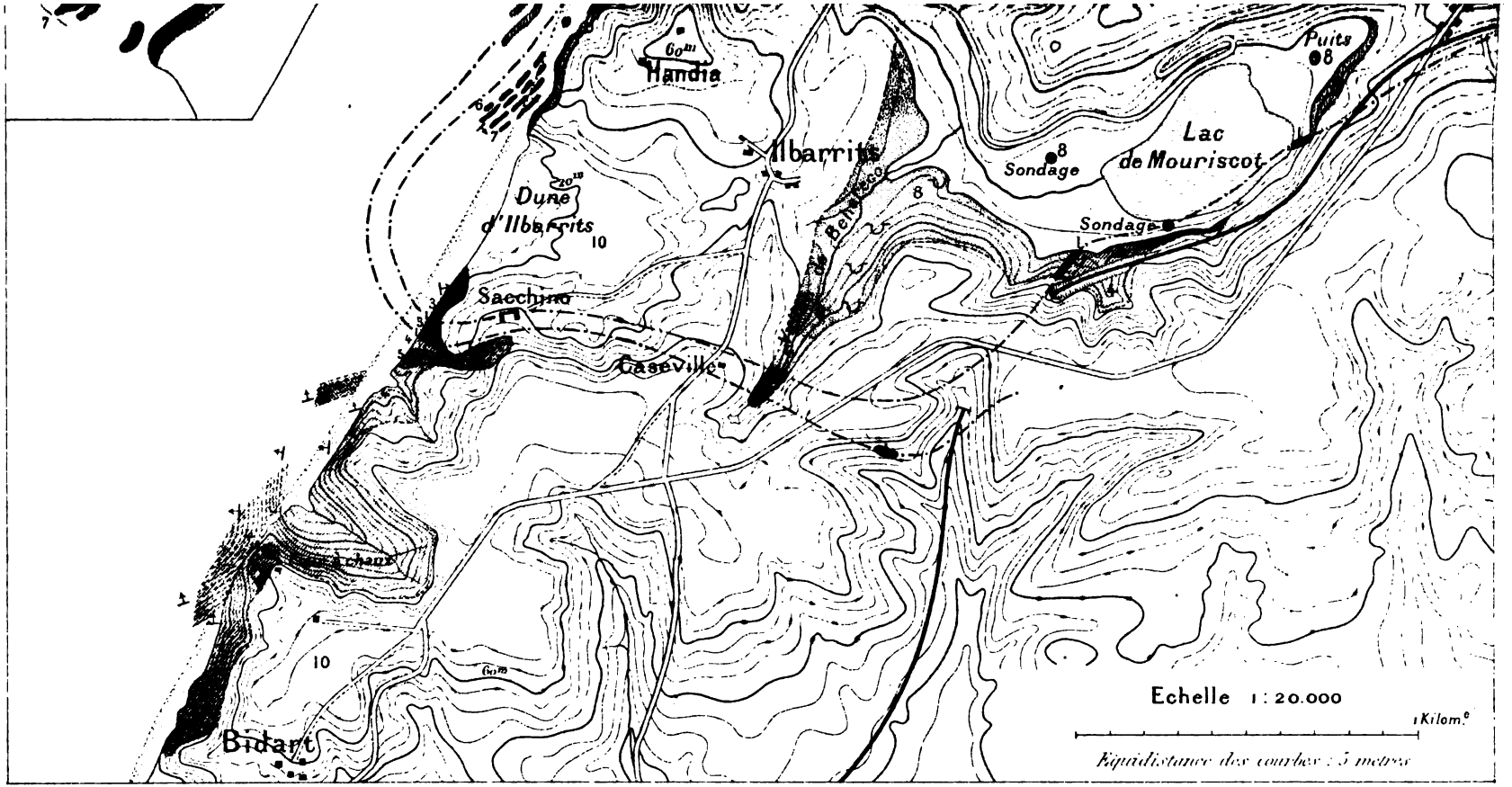
Fig. 7. — Coupe à El Kantara.

Tous ces chaînons montrent la curieuse et saisissante disposition que j'ai signalée déjà dans le Bled sud-oranais, celle d'anticlinaux, dont les flancs sont garnis de grandes lames de couches de grès ou de calcaires très inclinées, et que j'ai comparées à des vagues pétrifiées; la surface de ces lames est quadrillée en damier par un immense réseau de fissures orthogonales.

Au sortir de la célèbre cluse d'El Kantara, si on se dirige sur Biskra, on entre dans la vallée d'El Outaïa et on peut observer facilement les terrasses horizontales de poudingues rapportées au Miocène par M. Pomel.

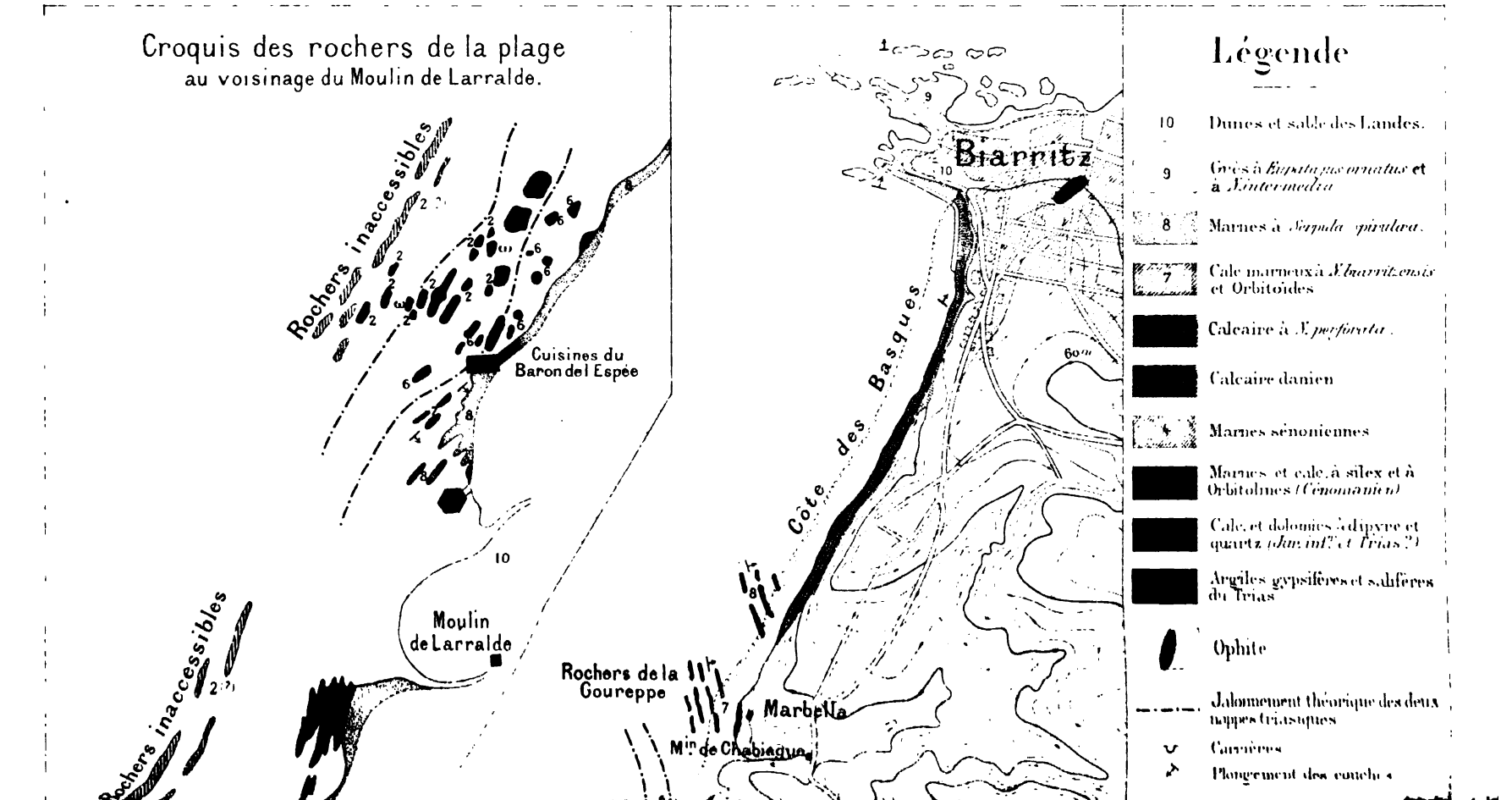
En face de la station d'El Outaïa, se dresse la curieuse et haute masse blanchâtre de gypse peut-être triasique [2], contre laquelle les strates crétacés se relèvent verticalement. Bientôt les collines s'abaissent : autour de l'oasis de Biskra commence le désert plat comme la surface tranquille d'une mer : c'est le Sahara dans toute sa brûlante nudité.

1. A. Peron. Essai d'une description géologique de l'Algérie, 1883.
2. J. Blayac. Sur l'existence probable du Trias gypso-salin, dans le sud de la province de Constantine. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 5 décembre 1898.



Gravé chez L. Walter

Carte géologique de la région comprise entre Biarritz et Bidart (Bses Pyrénées).


Croquis des rochers de la plage
au voisinage du Moulin de Larralde.
Rochers inaccessibles
Cuisines du Baron del Espée
Moulin de Larralde
Rochers inaccessibles
Côte des Basques
Biarritz
Rochers de la Goureppe
Marbella
Mn de Chabiague
Légende
10 Dunes et sable des Landes.
9 Grès à Eupatagus ornatus et à N. intermedia
8 Marnes à Serpula spirulæa.
7 Calc. marneux à N. biarritzensis et Orbitoïdes
Calcaire à N. perforata.
Calcaire danien
Marnes sénoniennes
Marnes et calc. à silex et à Orbitolines (Cénomanien)
Calc. et dolomies à dipyre et quartz (dim. int? et Trias?)
Argiles gypsifères et salifères du Trias
Ophite
Jalonnement théorique des deux nappes triasiques
Carrières
Plongement des couches

Note de M. P. Fliche

Bull. Soc. Géol. de France 4me Série; T. II; Pl. II.

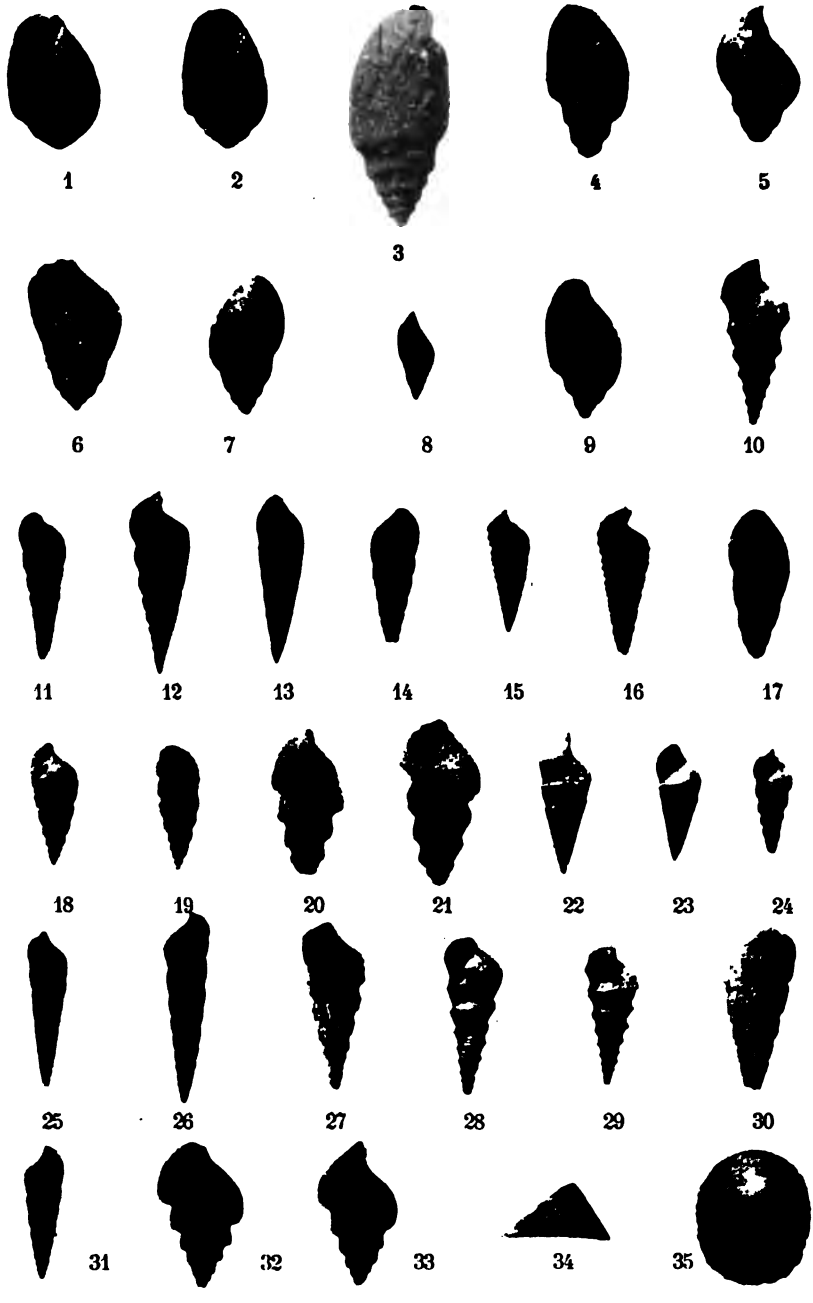
(Séance du 3 Mars 1902)

Phototypie A. Bergeret et Cie - Nancy

Zosterites crétacés du Dévoluy

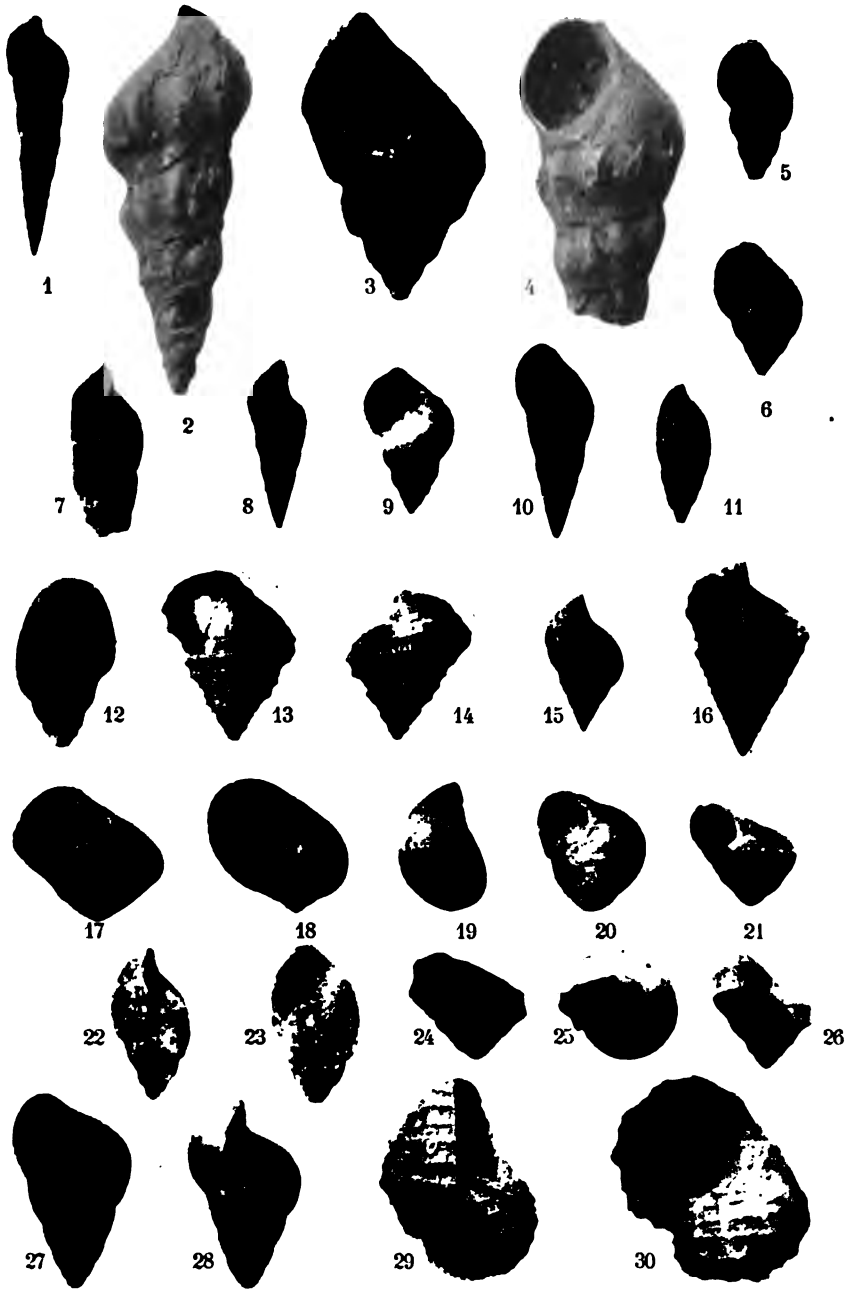
Note de M. M. Cossmann

Bull. Soc. Géol. de France 4e Série; T. II; Pl. III
(Séance du 3 Mars 1902)



Clichés et Phototypie Sohier et Cie, Champigny-sur-Marne.

Gastropodes de l'Infralias de la Vendée

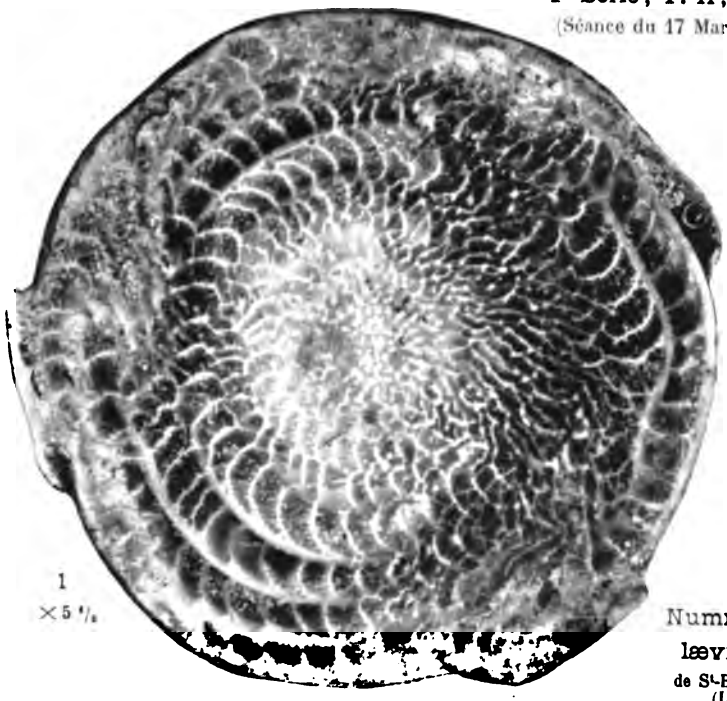


Clichés et Phototypie Sohier et Cie, Champigny-sur-Marne.

Gastropodes de l'Infralias de la Vendée

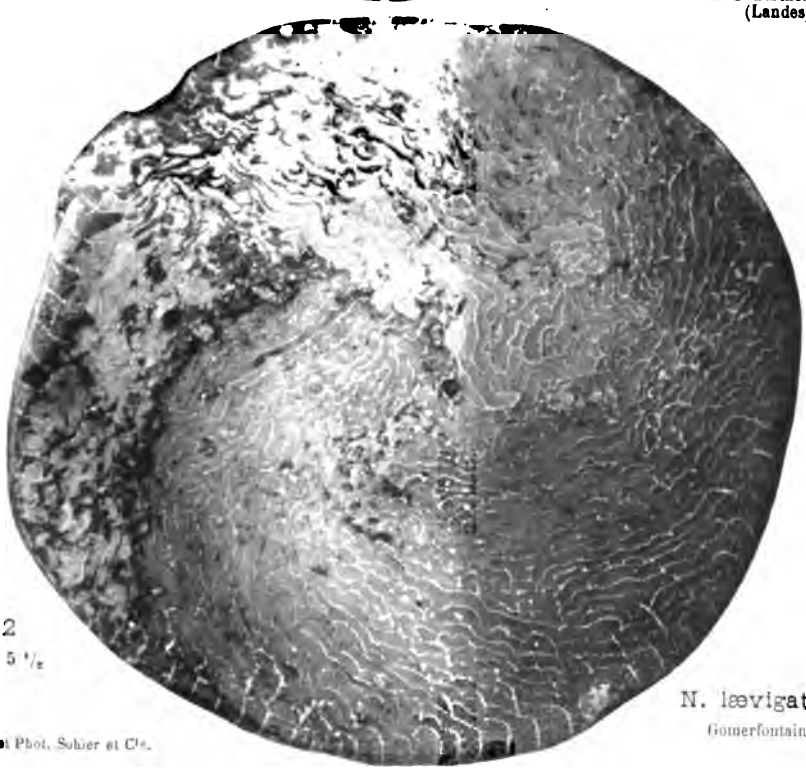
Note de M. H. Douvillé

Bull. Soc. Géol. de France 4e Série; T. II; Pl. V
(Séance du 17 Mars 1902).



1
×5 ½

Nummulites
lævigatus
de St-Barthélémy
(Landes)



2
×5 ½

N. lævigatus
Gomerfontaine

Clichés et Phot. Sohier et Cie.

Séance générale annuelle du 3 Avril 1902

PRÉSIDENCE DE M. L. CAREZ, Président sortant

M. L. Gentil, Secrétaire sortant, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. **Adolphe Chalas**, présenté par MM. Robert Douvillé et P. Lemoine.

Il annonce une présentation.

M. **Léon Carez** prononce l'allocution suivante :

ALLOCUTION DE M. L. CAREZ

« Mes chers confrères,

« L'année 1901, dont j'ai à vous entretenir conformément à un ancien usage, n'a été marquée par aucun événement d'une importance capitale pour notre Société. Il est à remarquer pourtant que le nombre et l'intérêt des communications insérées dans notre Bulletin n'ont pas faibli pendant cette année, contrairement à ce que l'on pouvait craindre à cause de l'Exposition universelle et du Congrès géologique qui avaient, en 1900, occasionné à beaucoup d'entre nous des occupations spéciales. Le fléchissement de l'importance des recherches, constaté jusqu'ici dans les circonstances semblables, ne s'est heureusement pas produit cette fois ; c'est un résultat dont il y a lieu de se féliciter.

« Je ne vous rappellerai pas tous les intéressants travaux dont nos confrères sont venus nous entretenir dans cette enceinte, mais je dois vous signaler un mémoire d'un intérêt tout spécial sur la « Géologie de la République Sud-Africaine du Transvaal ». Notre confrère, M. Molengraaff, empêché par des circonstances extra-scientifiques de publier le résultat de ses recherches dans le pays dont il était le géologue officiel, nous a offert de faire paraître dans notre Bulletin un travail aussi important par la description des terrains que par leur représentation sur une carte, dont la partie topographique elle-même était encore inédite. Dès que les circonstances permettront la reprise des travaux miniers dans cette partie de l'Afrique, les documents renfermés dans notre Bulletin présenteront, en plus de leur intérêt scientifique, une utilité pratique incontestable.

« Ce n'est pas seulement pour les régions éloignées du globe que l'intérêt de la géologie au point de vue des applications commence à être compris : vous savez en effet qu'une circulaire ministérielle du 10 décembre 1900 invite les autorités municipales et départementales de notre pays à faire étudier par un géologue tous les projets d'alimentation en eau potable des villes et villages. Un service spécial, composé de savants qui font tous partie de notre Société, a été organisé à la suite de cette circulaire ; il a déjà fonctionné dans un grand nombre de départements et plusieurs de nos confrères sont venus nous apporter ici le résultat de leurs études sur ce sujet ou l'indication des méthodes de

filtrage qu'ils préconisent. Vous vous rappelez en effet la communication de M. G.-F. Dollfus sur les eaux des environs de Rouen et l'intéressante conférence de M. Léon Janet sur les sources artificielles, conférence qui avait attiré un tel nombre d'auditeurs que notre modeste local pouvait difficilement les contenir.

« Si nous devons enregistrer comme un succès le fait que la géologie a éte officiellement reconnue comme une science dont les applications pratiques sont aussi nombreuses qu'incontestables, il n'est pas désirable toutefois que les études purement spéculatives cessent de rencontrer des adeptes et de provoquer l'intérêt. Cette éventualité n'est heureusement pas à craindre, comme le montre l'attraction exercée sur de nombreux confrères français ou étrangers par la Réunion extraordinaire du Chablais.

« Il ne s'agissait pas, dans cette région, de rechercher des mines ou des eaux potables, ni même de récolter d'abondantes collections de fossiles. Non : M. Lugeon nous avait conviés à venir étudier avec lui ces phénomènes de grands charriages, qui présentent un intérêt considérable au point de vue général aussi bien que pour la connaissance spéciale des Alpes, mais qui demandent, pour être compris, une instruction géologique sérieuse et ne sont susceptibles d'aucune application immédiate. Trente-six personnes ont néanmoins pris part à l'excursion, et la plupart d'entre elles l'ont suivie jusqu'au bout, trouvant trop courtes les dix journées pendant lesquelles M. Lugeon a exposé, avec la lucidité que nous lui connaissons, les problèmes si difficiles qui semblent maintenant résolus par ses persévérantes recherches.

« Après vous avoir rappelé quelques-uns des faits de notre vie sociale, pendant l'année qui vient de s'écouler, je dois maintenant rendre hommage à la mémoire des neuf confrères que nous avons perdus.

« C'est d'abord M. Arrault, directeur depuis plusieurs années d'une importante maison de sondages, qui communiquait libéralement tous les renseignements que ses entreprises lui permettaient de réunir.

« Puis M. Bleicher, professeur à l'Université de Nancy, assassiné dans son laboratoire pour avoir refusé de transiger avec ce qu'il regardait justement comme son devoir. Une notice spéciale sur ce confrère, que nous aimions et estimions tous, vous sera lue dans un instant par M. Fliche.

« M. Chatin, membre de l'Institut, faisait partie de notre Société depuis 1858 ; bien que s'étant attaché spécialement à une autre

branche des sciences naturelles, il a continué jusqu'à sa mort à s'intéresser à la géologie.

« M. le Comte de LIMUR, notre confrère depuis 1862, s'est fait surtout connaître par des travaux de minéralogie. Habitant à Vannes, il a principalement étudié le département du Morbihan, sur lequel il a publié divers travaux, dont le plus important est le *Catalogue raisonné des minéraux du Morbihan* (1884); il a aussi signalé quelques gisements de minéraux dans les Pyrénées. Il avait réuni une magnifique collection des minéraux du Morbihan, et en a fait don de son vivant à l'Université de Rennes.

« M. PARANDIER, inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, était à la fois le plus ancien et le plus âgé de nos confrères; il est mort en effet à l'âge de 97 ans après avoir fait partie de la Société géologique pendant 68 ans (1833-1901).

« Beaucoup d'entre nous ont connu cet aimable et si accueillant vieillard qui avait conservé les habitudes d'une époque moins fébrile que la nôtre. Originaire du Jura, il y revenait chaque fois que ses fonctions administratives n'exigeaient pas sa présence dans une autre partie de la France; aussi est-ce de cette région que traitent la plupart de ses travaux, parmi lesquels je citerai une *Carte des bassins normaux et des bassins fermés du Jura*, une description géologique des environs de Besançon, etc. J'attirerai particulièrement l'attention sur son *Prodrome de géologie utilitaire*, où, dès 1882, il montrait, par de nombreux arguments, l'importance pratique de la géologie, au point de vue militaire, pour les études d'hydrographie souterraine, pour les projets d'aménagement et d'utilisation des eaux, pour les études et les travaux des voies de communication, pour la recherche et le choix des matériaux de construction. Cette brochure a semé des idées qui ne devaient germer que plus tard; mais, tout en n'ayant pas produit d'effet immédiat, elle a certainement contribué au résultat heureux que je vous signalais tout à l'heure.

M. de Lapparent va d'ailleurs vous exposer avec plus de détails l'œuvre de M. Parandier.

« Si je vous nomme encore M. PORTERET, directeur de mines et carrières de ciments à Tenay, j'aurai épuisé la liste de nos confrères de la France continentale disparus en 1901.

« Mais j'ai à vous signaler la perte d'un géologue qui occupait en Algérie une haute situation. M. POUYANNE, inspecteur général des mines en retraite, était directeur du Service géologique de l'Algérie et il a contribué à faire connaître le sol de notre grande

colonie. Il n'était membre de la Société géologique que depuis un petit nombre d'années.

« Enfin, à l'étranger, nous avons perdu deux confrères : le capitaine DELVAUX, membre de la Commission géologique de Belgique à l'Institut cartographique militaire, qui a publié depuis 1876 un nombre considérable de travaux sur le Tertiaire et le Quaternaire de la Belgique et a collaboré au levé de plusieurs planchettes de la carte géologique de ce pays, et M. ELDUAYEN, habitant à Gijon (Espagne), membre depuis 1850.

« Malgré ces pertes et les quelques démissions qu'il faut y ajouter, le nombre de nos membres s'est notablement accru en 1901, car nous avons admis trente-trois nouveaux confrères. Ce chiffre est le plus élevé qui ait été enregistré depuis de longues années ; aussi doit-il nous donner confiance en l'avenir et nous faire espérer la fin de la période de stagnation constatée depuis quelque temps, et que beaucoup d'entre nous croyaient due à l'évolution qui s'est produite dans notre science, qui devient chaque jour plus compliquée et plus difficile.

« Avant de terminer, il me reste à remplir un devoir qui m'es bien doux : c'est de proclamer M. Joseph ROUSSEL lauréat du prix Viquesnel pour l'année 1901.

« Vous savez tous, mes chers confrères, avec quel zèle infatigable, il s'est consacré à l'étude de la géologie des Pyrénées. Après avoir publié de 1885 à 1893 une série de notes sur des sujets spéciaux, il a fait paraître à cette dernière date son « Étude stratigraphique des Pyrénées », qui est sans conteste le travail le plus important qui ait encore vu le jour sur la partie de la chaîne qui s'étend de la Méditerranée à la vallée d'Aure.

« Après l'obtention du grade de docteur, qui lui a été décerné à la suite de la publication de cette étude, M. Roussel n'a pas, comme tant d'autres, cessé de travailler ; il a continué, bien au contraire, ses recherches avec le même zèle qu'auparavant, en s'attachant spécialement à l'étude des régions du Canigou et de l'Albère.

« L'œuvre de M. Roussel est considérable : pour l'apprécier, il faut se rappeler quel était l'état de nos connaissances avant la publication de son principal travail, alors que les descriptions locales des d'Archiac, des Leymerie, des Hébert, des Lacvivier, etc., ne faisaient connaître que des points isolés ou des régions peu étendues.

« Non seulement M. Roussel a coordonné toutes les notions

éparses dans un grand nombre de notes, mais il y a ajouté une multitude de faits nouveaux, qui sont indiqués dans les 306 coupes figurées de son « Étude stratigraphique » et sur la carte géologique qui l'accompagne. Grâce à son ardeur infatigable, à son mépris des commodités de la vie, il a pu explorer en détail les parties les plus sauvages de la chaîne et découvrir des gisements fossilifères nouveaux dans tous les étages des formations sédimentaires.

« Le Primaire était presque inconnu avant lui, si l'on excepte les environs de Bagnères-de-Luchon ; il a réussi, grâce à des points de repère trouvés de distance en distance, à tracer des divisions nombreuses dans cette série sur toute l'étendue de sa carte. Si ses découvertes dans les terrains secondaires et tertiaires n'ont pas eu la même importance, elles ont pourtant augmenté considérablement nos connaissances sur la faune de ces groupes et modifié l'idée que l'on se faisait avant lui de la distribution géographique des différents étages.

« En ce qui concerne l'allure des couches et l'étude des phénomènes orogéniques, M. Roussel a émis des idées originales et contraires à celles de la majorité des géologues actuels : il attribue à des discordances la plupart des contacts anormaux si fréquents dans les Pyrénées, se refusant à y voir le résultat des plissements et des failles. Quelle que soit ma conviction personnelle à l'égard des idées professées par notre confrère, je me garderai bien de dire qu'elles doivent être repoussées ; je me souviens en effet, comme vous tous, de ces théories si brillantes, qui, après avoir été universellement acceptées pendant quelques années, ne rencontrent plus aujourd'hui aucun partisan, et je me demande si un sort analogue n'est pas réservé aux hypothèses que nous opposons maintenant à celles de M. Roussel.

« Ce n'est d'ailleurs là qu'une faible partie de l'œuvre de notre confrère, et quand même elle serait destinée à disparaître, elle n'en aura pas moins servi à l'avancement de la science par les nouvelles recherches qu'elle aura provoquées. Aussi je termine, moi, géologue pyrénéen, mieux à même par conséquent que qui que ce soit d'apprécier les travaux de notre confrère, en disant : Aucune récompense n'est mieux méritée que celle qui est décernée aujourd'hui par la Société géologique de France et je suis heureux d'inviter M. Roussel à venir recevoir la médaille du prix Viquesnel. »

M. Roussel remercie la Commission du Prix Viquesnel et la Société, de la distinction dont il vient d'être l'objet.

NOTICE SUR GUSTAVE BLEICHER

par M. **Paul FLICHE**

Marie-Gustave Bleicher est né à Colmar le 11 décembre 1838 ; après ses études secondaires, faites d'abord au Collège communal, puis au Collège libre de sa ville natale, afin d'alléger les charges de sa mère restée veuve peu de temps avant qu'il eut obtenu le diplôme de bachelier, il entra, comme élève, à la pharmacie Reutinger où il passa deux ans ; il songea alors, comme tant d'autres Alsaciens, à la carrière militaire ; une vocation déjà décidée pour les sciences naturelles lui fit adopter un moyen terme et le 24 octobre 1859 il entrait à l'École de santé à Strasbourg ; il suivit ainsi les cours de la Faculté de Médecine ; il ne demeura pas étranger à d'autres enseignements, notamment à celui que donnait à l'École supérieure de Pharmacie le botaniste Kirschleger.

L'enseignement supérieur, à Strasbourg, était plus vivant et plus original qu'il ne l'était, alors, trop souvent, dans la plupart des Facultés provinciales ; non seulement il bénéficiait de la tradition si puissante en toutes choses, puisqu'il se rattachait très directement à la grande Université alsacienne ; non seulement il avait toujours compté des maîtres éminents, quelques-uns devenus illustres, mais placé à l'extrême frontière, ayant un corps professoral dans lequel la connaissance de l'allemand n'était pas chose rare, il était l'intermédiaire naturel entre la science allemande et la science française. Les travaux et les méthodes scientifiques de nos voisins étaient usuels dans les chaires et les laboratoires. Bleicher reçut de cet enseignement une empreinte qu'il garda toute sa vie ; il tenait à être très au courant de ce qui se publiait en Allemagne ; ses propres recherches, la manière de les exposer, portent la trace très évidente de ce commerce constant avec la science allemande.

Élève laborieux, passionné surtout pour ce qui tenait le plus directement à ses sciences de prédilection, il connut les succès scolaires, mentions honorables, prix ; il fut de plus nommé le 8 juillet 1861 aide de botanique à la Faculté de Médecine, gage d'avenir dans la carrière qu'il entrevoyait déjà comme devant être la sienne. De Strasbourg, il passa naturellement au Val-de-Grâce et le 5 novembre 1863, il était nommé aide-major de 2e classe, affecté au corps d'occupation de Rome.

Cette nomination eut la plus grande importance pour son avenir scientifique ; non seulement il se trouvait, pour la première fois, mis en présence de cette nature méridionale avec laquelle il était destiné à entretenir un commerce assidu, dont il tira le sujet de plusieurs travaux, durant près de 14 ans ; mais ce fut, dans ce poste, que se révéla la voie suivant laquelle il devait définitivement exercer son activité scientifique. Il avait quitté Strasbourg déjà naturaliste, mais se croyant appelé à être plus spécialement botaniste, et il n'avait rien publié en dehors de sa thèse de doctorat en médecine ; l'influence d'hommes éminents qu'il rencontra à Rome, l'archéologue Rossi, les géologues de Verneuil et Ponzi, lui firent connaître les deux sciences auxquelles il ne devait plus cesser de donner, en dehors de ses devoirs professionnels, le meilleur de son temps et de son intelligence ; en 1865 la Société géologique recevait le premier de ses travaux géologiques, sous la forme d'une lettre adressée à M. de Verneuil, sur le Diluvium des environs de Rome.

Nommé en 1866 au 5e bataillon de chasseurs, en garnison à Toulouse, il y suivait les cours de Leymerie, faisait la connaissance d'un autre géologue, Magnan, esprit novateur et hardi, dont l'influence scientifique sur lui fut considérable ; il était le premier à le reconnaître. Le 17 février 1869, il rentrait à l'École de santé de Strasbourg comme répétiteur de botanique et il y préparait sa thèse de doctorat ès-sciences. Elle était imprimée et il devait la soutenir le 10 août 1870, lorsque les résultats de la désastreuse bataille de Frœschwiller, ne permettant plus alors de songer à une soutenance de thèse, ce fut le chirurgien militaire qui dut exclusivement se montrer, jusqu'au jour où, le siège de Strasbourg fini, il dut rallier Montpellier avec ce qu'il restait de maîtres et d'élèves de l'École de santé. C'est devant la Faculté des Sciences de cette ville qu'il put enfin soutenir sa thèse de doctorat ès-sciences.

Le 22 novembre 1872, il était envoyé en Algérie, où il fut affecté successivement à trois hôpitaux de la province d'Oran. S'il était, par ses nouvelles fonctions, éloigné des centres scientifiques, il se trouvait dans un pays encore bien imparfaitement connu, au point de vue de la géologie et de l'archéologie préhistorique ; ces deux sciences durent à Bleicher de précieuses observations. Il put en faire, même, sur une contrée voisine, terre fermée entre toutes, le Maroc, où il fit partie, en 1874, d'une mission dirigée par un de nos ministres, M. Tissot, lui-même, esprit très curieux, et qui se plut à rendre hommage à l'activité scientifique de son collaborateur.

Le 6 avril 1876, il était attaché à l'hôpital du Camp de Châlons ; mais il devait seulement y passer ; le 6 décembre suivant, il était mis hors cadre et remplaçait, à l'École supérieure de Pharmacie de Nancy, M. Heckel, professeur de sciences naturelles, transféré à la Faculté des Sciences de Marseille. Il rentrait ainsi, pour ne plus le quitter, dans l'Enseignement supérieur, auquel il avait déjà été attaché non seulement à l'Ecole de santé de Strasbourg, mais à la Faculté des Sciences de Montpellier, où il avait donné en 1871 des conférences de géologie.

L'ancienne capitale de la Lorraine était une résidence qui convenait singulièrement à Bleicher ; il y pouvait continuer ses études sur les Vosges et la plaine d'Alsace, son premier champ de travail, les étendre au plateau lorrain ; il y retrouvait une vie universitaire active ; aussi devint-elle sa ville d'adoption, et il ne tardait pas à y acquérir l'estime et l'autorité qu'il méritait. Non seulement il y devint le professeur le plus en vue de son école, celui sur lequel devaient un jour se porter les voix de ses collègues pour lui en confier la direction ; mais aucune société scientifique locale ne faisait, en vain, appel à sa bonne volonté ; pour l'École et pour elles, il dirigeait des excursions qui eurent une véritable influence, car il excellait à inspirer la passion dont il était dévoré, à ses élèves, au sens scolaire du mot, à d'autres aussi, plus avancés en âge, qui entraient en relations avec lui ; et tel de ses auditeurs bénévoles, qui s'ignorait soi-même, devenait un géologue ou un archéologue dont les travaux méritaient toute confiance.

Il était arrivé aux suprêmes honneurs universitaires, directeur de l'École supérieure de Pharmacie, membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique, correspondant de l'Académie de Médecine, il semblait destiné à rendre, pendant plusieurs années encore, de signalés services à l'Université et à la science, lorsque, le samedi 8 juin dernier, un crime mettait fin à l'existence de cet homme, dont on a dit, immédiatement avec raison, qu'il était bien le dernier des habitants de Nancy qu'on pût supposer destiné à être victime d'un acte de vengeance. Ses obsèques montrèrent que la Ville, l'Université, l'Armée, à laquelle il restait fier d'avoir appartenu et qui savait avoir en lui un ami fidèle, comprenaient l'étendue de la perte qu'elles venaient de faire.

Bleicher n'était pas seulement un homme de science, dont l'autorité s'affirmait de plus en plus dans son domaine, il avait aussi une grande valeur morale. Très franc, très loyal, ennemi acharné du

charlatanisme et de la réclame, très sûr et très fidèle dans ses amitiés, il était aussi d'une grande bonté, non de cette bonté passive qui n'est souvent qu'un signe de faiblesse, mais de celle qui, active, cherche le bien d'autrui et ne recule pas, au besoin, devant un acte de fermeté, aussi avait-il l'affection et le respect de ses élèves ; plus d'un lui a dû non seulement la science utile à sa carrière, mais cette direction, cet appui moral capables de maintenir un homme dans la voie droite ou de l'y faire rapidement rentrer, s'il s'en est écarté. Il ne transigeait pas avec le devoir et l'honneur, il en a donné une dernière et noble preuve en tombant, victime du devoir, comme un soldat, pour la défense de la moralité et de l'honneur, dans la profession à laquelle il était chargé de préparer des jeunes gens.

Cette grande conscience, Bleicher la portait naturellement dans ses travaux, que cette notice est, avant tout, destinée à mettre en lumière. Personne ne tenait plus que lui à vérifier ses observations avant de les publier, à ne pas soutenir une opinion dès qu'elle lui semblait en contradiction avec des faits bien observés. Sur le terrain, pour lequel il a toujours eu une prédilection marquée, il était un observateur et un chercheur consciencieux et acharné ; aussi avait-il la main heureuse et trouvait-il fréquemment les objets les plus intéressants, non seulement pour ses propres recherches, mais pour celles des autres. C'est ainsi que de Saporta lui a dû plusieurs fossiles végétaux importants, notamment cette Characée bathonienne, la mieux, peut-être la seule certainement connue, en dessous de celles du Purbeckien, primitivement signalées par Heer. Moi-même, je suis heureux de consigner ici le reconnaissant souvenir de tout ce qu'il a fourni à mes travaux, par ses propres trouvailles, et aussi par ce qu'il rencontrait chez nombre de collecteurs locaux, avec lesquels il se mettait si volontiers en relations.

En dehors de sa thèse pour le doctorat en médecine, parue en 1862 [1], sa première publication, rédigée à Rome, parut en 1864 dans le Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar. Depuis cette date, il n'a cessé de publier, à peu près chaque année, quelquefois sous forme de volume séparé, plus souvent dans les recueils les plus variés, au premier rang desquels il faut placer, pour le nombre et la valeur des communications qu'il leur a envoyées, les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, le Bulletin de la

1. Théorie des rapports botanico-chimiques.

Société géologique ; ceux de la Société des Sciences de Nancy et de la Société d'histoire naturelle de Colmar. Le nombre de ces notes, mémoires, récits ou allocutions est assez considérable pour rendre fort laborieuse et un peu incertaine la rédaction d'une bibliographie complète. Elles se réfèrent à des objets très divers, car tout en se spécialisant, comme il est nécessaire aujourd'hui, Bleicher avait un esprit curieux, qui se portait sur les sujets les plus variés. On peut le voir, en particulier, dans les pages consacrées, en 1875, par de Lorral, à raconter aux lecteurs du *Tour du Monde*, son voyage à Tlemcen ; Bleicher ne s'est pas borné à les inspirer, c'est lui-même qui, paraît-il, tenait la plume.

Néanmoins, deux sciences ont, avant tout, fait l'objet de son activité : l'archéologie surtout préhistorique et la géologie. Je n'ai pas à m'attacher ici aux travaux du premier groupe, d'autant plus que dans les contrées où il a travaillé, Bleicher n'a rencontré que très rarement, et jamais de façon importante, les premiers objets fabriqués par l'homme, relevant, à raison des dépôts qui les renferment, autant de la géologie que de l'archéologie. Qu'il me suffise de dire que, grâce à une bonne préparation scientifique, il a pu apporter, dans cet ordre de recherches, une critique, une précision, qu'on regrette de n'y pas toujours rencontrer.

Bien entendu, même dans le domaine de la géologie, je ne saurais analyser toutes les publications de notre regretté confrère, ni même montrer tous les faits nouveaux qu'elles renferment ; je me bornerai à faire voir ce qu'est son œuvre, dans son ensemble, à faire ressortir ce qu'elle contient de particulièrement important, pour le développement de la science en général ou pour la connaissance géologique de quelques pays sur lesquels s'est plus particulièrement portée son activité scientifique.

Avant de procéder à cet examen d'ensemble, il me faut dire un mot d'un livre de vulgarisation [1] qu'il a publié sous ce titre : les Vosges. La géologie y tient sans doute sa place, mais le pays est étudié à tous les points de vue, géographie, météorologie, botanique, zoologie, anthropologie, ethnographie. J'ai tenu à parler ici de ce livre, non seulement parce que c'est un volume de bonne vulgarisation, mais parce qu'il montre bien ce qu'était Bleicher, naturaliste dans toute l'acception du mot, cultivant avec soin le champ spécial qu'il avait choisi, mais ne s'interdisant pas des promenades sur ceux de ses voisins, ayant toujours présente la nature

1. Les Vosges, le sol et les habitants. Paris, 1890.

dans sa majestueuse unité, mais aussi dans son infinie complexité.

En géologie, il a fait, aussi, quelquefois œuvre de vulgarisation, pour expliquer par exemple, au grand public, les événements géologiques qui se sont successivement passés jusqu'à l'aurore des temps actuels, sur l'emplacement des environs de Nancy ; il a aussi exposé à des professionnels, les résultats d'excursions géologiques [1] faites en Lorraine ; enfin un excellent petit livre : le Guide du Géologue [2] en Lorraine a déjà rendu et peut encore rendre de grands services à ceux, étudiants ou géologues étrangers à la contrée, qui veulent aborder l'étude de la géologie du pays. Un exposé très clair, très exact, de la structure de celui-ci, permet de s'orienter, en même temps que des programmes d'excursions, rédigés avec la plus grande précision, conduisent aux endroits les plus importants par la netteté des coupes, la richesse en échantillons de roches ou de fossiles. Ce livre renferme des observations personnelles de l'auteur, soit déjà publiées, soit encore inédites, au moment de sa publication. Ce n'est point là cependant, c'est dans sa thèse et en de nombreux mémoires ou simples notes qu'il faut chercher ce qu'il a ajouté à la science.

Je dirai, en terminant cette revue de son œuvre, les sujets pour lesquels il a été vraiment un novateur, contribuant à modifier d'une façon notable les idées admises avant lui, ou les procédés d'étude. Auparavant, je dois appeler l'attention sur les plus notables des découvertes de détail, dues à l'ardeur qu'il apportait dans l'étude du terrain, à l'acuité de son coup d'œil. J'ai déjà dit comment, envoyé en Algérie, à une époque où la géologie de la colonie était encore très peu connue, il avait fait quelques observations fort intéressantes dans la province d'Oran. Dans le Midi de la France, ses recherches furent encore plus heureuses. C'est ainsi que déjà en 1870, dans sa thèse, il signalait (page 53) la présence d'un dépôt d'eau douce à la partie supérieure du Bathonien à Carjac [3] dans le Lot, décrivait et figurait les espèces nouvelles de Mollusques qu'il y avait trouvées et qui avaient été déterminées par Sandberger. En 1872, au moment des vives discussions sur la terminaison du Jurassique dans le Midi de la France, il

1. C. R. de la Réunion extraordinaire de la Société géologique dans les Vosges en 1897. — C. R. de la Réunion de la Société belge de géologie à Nancy et dans les Vosges en 1898.

2. Paris et Nancy, 1887.

3. Il le plaçait suivant les idées ayant cours alors, à la base du Jurassique moyen.

« indique avec la plus grande précision les rapports des divers étages et introduit, pour la première fois, la mention de l'étage *tithonique* dans le Midi de la France. Une série de notes de M. Bleicher conçues dans le même esprit de précision paléontologique complétèrent la connaissance du Jurassique supérieur dans le midi de la France, et de ses rapports avec le Crétacé inférieur » [1]. En 1874, il apportait aussi une contribution fort importante à l'étude de l'Eocène et de l'Oligocène des environs de Montpellier.

Dans le Nord-Est de la France, particulièrement en Lorraine, indépendamment de ce qu'il a ajouté aux travaux de ses prédécesseurs sur le Jurassique inférieur, on lui doit la découverte des tufs quaternaires de Pont-à-Mousson, La Sauvage et La Perle, qui nous ont fourni des renseignements, inconnus jusque-là, sur la faune et surtout sur la flore du pays à cette époque.

Enfin, en Alsace, il découvrit plusieurs niveaux dans le Tertiaire [2] en collaboration avec son ami M. Mathieu Mieg; ce qui est plus important, il a établi, de concert avec lui, l'existence très nette, bien développée du Carbonifère marin, dans la Haute Alsace [3], fait complètement ignoré avant lui, et il a ainsi fixé d'une façon définitive la position stratigraphique du Culm à nombreux et beaux fossiles végétaux de la même région.

Indépendamment de ces études de détail, dont quelques-unes importantes, on vient de le voir, Bleicher a, dans sa thèse [4], abordé des questions d'ordre général, sur lesquelles ses conclusions d'abord contestées sont aujourd'hui universellement admises. Il avait vu juste en considérant le Grès vosgien comme constituant la base du Grès bigarré et par conséquent du Trias. En admettant que les Vosges n'aient pas toujours présenté la constitution géologique qu'elles offrent aujourd'hui, que les terrains massifs avaient présenté un épais manteau de terrains secondaires, il allait contre la théorie régnante d'Élie de Beaumont, relative au mode de formation et à l'âge de ces montagnes; aussi fut-il contredit ou négligé. Mais ses idées ne tardèrent pas à recevoir une confirmation remarquable, par suite des observations faites par le professeur

1. Roman. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur le Bas Languedoc, p. 14.

2. Divers mémoires. *Bull. Soc. géol.*

3. *C.-R. Ac. Sc.*, 13 février et 26 juin 1882, 2 janvier 1883. — *B. S. G. F.*, (3), XII, p. 107.

4. Essai de géologie comparée des Pyrénées, du Plateau central et des Vosges. Colmar, 1870.

Steinmann, au centre de la Forêt Noire, cette chaîne jumelle des Vosges, et à recevoir une des approbations les plus flatteuses, puisque M. Suess [1] a reconnu dans Bleicher un des géologues qui, en ébranlant les vues anciennes, ont été parmi les précurseurs de celles qui, exposées dans l' « Antlitz der Erde », ont renouvelé la tectonique.

L'enlèvement des terrains, dont la disparition était admise par Bleicher, supposait une énorme dénudation ; il fut ainsi conduit à étudier ce phénomène et à donner les preuves de ce qu'il avait produit, non seulement en des temps rapprochés de nous, mais aussi aux époques préquaternaires. Sans doute la dénudation avait toujours attiré l'attention des géologues ; étudiée surtout aux époques récentes, on lui avait aussi attribué l'état actuel de quelques régions. L'originalité et la grande valeur des recherches de Bleicher ont consisté en ce qu'il en a fait voir l'importance et la grande étendue, sur de vastes surfaces, où on ne la soupçonnait pas ; il en a suivi, en particulier, les effets dans le Nord-Est de la France, avec une patience et une précision admirables [2] ; aussi M. Gaudry, dans un discours présidentiel au Congrès de Paris [3], a-t-il cité ces travaux au nombre des plus importants produits récemment dans cet ordre d'idées. Notre confrère s'occupait encore, avec passion, de ce genre de recherches, au moment où la mort l'a frappé et il est à regretter bien vivement qu'il n'ait pu mettre la dernière main au travail d'ensemble qu'il projetait sur ce sujet.

Si la micrographie des roches massives avait été l'objet de nombreux et importants travaux, celle des roches sédimentaires était assez délaissée ; Bleicher s'en occupa et les souvenirs de son passage par les laboratoires de botanique ne lui furent point inutiles. En leur empruntant quelque chose de leurs procédés, il créa, notamment par l'emploi des dissolvants et des réactifs colorants, une technique qui lui a rendu et rendra à d'autres de grands services. Il l'a appliquée avec succès à l'examen de roches de Tunisie, d'Algérie, de Lorraine et d'Alsace ; aussi n'est-il pas étonnant que M. Choffat se soit adressé à lui, lorsqu'il voulut faire procéder à une étude d'ensemble sur les roches sédimentaires du Portugal [4].

1. La Face de la terre (traduction française), p. 261. Paris, 1897.
2. Nombreuses publications à partir de sa thèse, les dernières aux *C.-R. Ac. Sc.*, 1900, au *Bull. Soc. sc. de Nancy*, 1900, et *VIIIe congrès géologique international*, Paris, 1900.
3. *VIIIe congrès géologique international*, 1er fascicule, p. 130. Paris, 1900.
4. Nombreuses publications se référant aux pays qui viennent d'être nommés : la technique est particulièrement exposée dans une note des *C. R. Ac. Sc.*, 20 mai 1895.

Bleicher n'avait pas seulement la passion de la géologie; il aimait ceux qui s'en occupent; très attaché à la Société géologique, dont il faisait partie depuis le 16 juin 1864, il avait tenu à grand honneur de présider la Réunion extraordinaire de 1897 dans les Vosges, d'être élu Vice-président l'année suivante. Tous les géologues, de passage à Nancy, étaient sûrs de trouver le plus cordial accueil à son foyer, aussi bien que dans son laboratoire; il envoyait très facilement en communication ses trouvailles et s'en désaisissait même en faveur des grandes collections publiques. Aussi Mme Bleicher a-t-elle fidèlement interprété les intentions de son mari, en abandonnant généreusement toutes ses collections au laboratoire géologique de la Faculté des Sciences de Nancy; elles y fourniront de précieux matériaux aux travailleurs et contribueront à y perpétuer la mémoire d'un maître qui, par son enseignement, ses recherches, et sa mort, a honoré l'Université lorraine.

NOTICE NÉCROLOGIQUE SUR M. PARANDIER

par M. **Albert de LAPPARENT.**

Le respect des anciens est une des traditions fondamentales de la Société géologique de France. Précisément parce que notre Compagnie n'établit aucune distinction entre ses membres, et leur reconnaît à tous les mêmes droits, elle n'en comprend que mieux le devoir de la déférence envers ceux qui se recommandent par l'ancienneté de leurs services.

Ce sentiment s'est toujours manifesté avec une vivacité particulière à l'égard des fondateurs de la Société; car le respect qu'ils méritaient s'augmentait de la réelle gratitude à laquelle ils avaient droit, de la part des générations plus jeunes, pour les traditions essentiellement vivantes et cordiales qu'ils ont su instituer dans notre association de travailleurs. En effet, c'est grâce aux règles sagement édictées dès l'origine que, non contents de s'assembler périodiquement pour s'entretenir des objets de leurs recherches, les membres de la Société géologique de France sont restés constamment fidèles à la coutume des sessions extraordinaires annuelles, où tant de questions importantes ont été résolues, en même temps que de véritables liens de famille finissaient par se créer entre nous, par suite de l'habitude prise de travailler ensemble sur le terrain. La géologie française y a trouvé de tels avantages, que sa reconnaissance ne pourrait être marchandée aux hommes qui avaient su lui donner une aussi féconde impulsion.

Malheureusement les fondateurs d'une Société qui remonte à 1830 ont depuis longtemps subi l'inexorable loi de l'âge. En 1880, lors de la célébration de notre cinquantenaire, nous nous estimions tout heureux de compter encore dans nos rangs un de ces ouvriers de la première heure, M. Desnoyers, que nous eûmes la satisfaction de voir occuper ce jour-là le fauteuil de la présidence. Mais bientôt il était enlevé de ce monde, et le dernier lien direct qui nous rattachait à nos origines se fût trouvé désormais brisé, si le privilège d'une longévité exceptionnelle n'était échu à un autre de nos confrères qui, pour n'être entré dans la Société géologique que deux ans après sa constitution officielle, en 1833, n'en appartenait pas moins, en toute justice, à ce qu'on peut appeler le groupe de nos fondateurs.

Ce vieillard, qui chaque année nous apparaissait plus véné-

rable, à mesure qu'augmentait la distance entre lui et la moyenne de ses contemporains, c'était M. Parandier. Si, depuis 1895, il avait cessé d'habiter Paris, du moins l'intérêt qu'il prenait à nos travaux ne s'était pas ralenti, et de temps en temps nous en recevions un témoignage explicite. C'est sans défaillance aucune, et sans la moindre diminution préalable de sa personnalité, qu'il a vu arriver la mort le 24 mai 1901, alors qu'il était entré dans sa quatre-vingt-dix-huitième année. Auparavant, il avait veillé à ce que son zèle pour notre Société laissât une trace durable, sous la forme d'un legs qui assure à perpétuité le maintien de son nom sur une liste où il figurait déjà depuis soixante-huit ans. Ce n'est donc que justice de retracer aujourd'hui, en quelques lignes, la carrière peu ordinaire de ce dernier témoin des âges héroïques de la géologie [1].

Né le 14 avril 1804 à Arbois, dans la même ville qui, un peu plus tard, devait être le berceau de Pasteur, Auguste-Napoléon Parandier passa toute son enfance dans cette petite cité jurassienne, dans un milieu que son biographe, M. Girard, nous dépeint comme « moitié campagnard, moitié citadin, où bourgeois et vignerons fraternisaient et vivaient côte à côte ». Ainsi se développa cette « constitution vigoureuse, résistante, à trempe d'acier » qu'il devait garder pendant près d'un siècle, en même temps que sa nature, « riche de sève comme les ceps du vignoble arboisien », puisait dans ce contact « l'amour du sol natal, le goût des choses champêtres, la passion du terroir ».

En 1814 il entrait au collège d'Arbois; mais alors des revers de fortune mirent sa famille dans une position difficile, et il allait être placé dans un atelier d'horlogerie de Morez, si le principal du collège n'avait mis à le garder une insistance bientôt récompensée par des succès constants, qui se poursuivirent jusqu'en 1820.

A ce moment le jeune Parandier perdit sa mère. Par les soins d'un de ses oncles, il entra au collège de Besançon, d'où il sortait en 1822 pour accepter un poste de professeur au collège de Cluny. Cette situation ne l'empêcha pas de se préparer à l'École Polytechnique, où il fut reçu le second en 1823. Deux ans après, il entrait comme chef de promotion à l'École des Ponts et Chaussées. En 1826, il arrivait à Besançon, comme élève ingénieur en mission, pour suivre les travaux du canal du Rhône au Rhin. C'est là que devait éclore sa vocation géologique; vocation dont on peut dire

1. Pour beaucoup de détails de la vie de famille et de la carrière de M. Parandier, nous avons consulté avec grand profit les *notes biographiques* rédigées par M. Ernest Girard (Arbois, 1902).

que l'origine a été particulièrement saine : car il fut directement amené à la culture de cette science par son zèle pour le bien public.

Le jeune ingénieur appartenait à cette école d'esprits généreux qui appelaient de leurs vœux une complète rénovation sociale. Mais au lieu d'en chercher les éléments, comme faisaient plusieurs de ses camarades, dans des conceptions plus ou moins entachées d'utopie, son sens pratique lui faisait deviner que la première chose à faire était d'accroître la prospérité publique et de développer les relations de toute nature entre les hommes, par la construction de chemins, de ponts, de routes, de canaux, bientôt de chemins de fer. Diriger de ce côté toutes les puissances de l'administration lui semblait être le meilleur moyen d'améliorer les conditions de l'existence humaine. A cette tâche il devait consacrer toute sa carrière.

Il mit donc une véritable ardeur à l'étude du grand travail qu'on lui avait désigné pour consommer son initiation à la pratique de l'ingénieur. Mais à peine avait-il commencé qu'il fut frappé du véritable décousu qui régnait dans la recherche, soit des matériaux de construction, soit des pierres à chaux ou à ciment. On ouvrait des carrières au hasard, sans règles, sans données précises d'aucune sorte.

D'autre part, quand il allait sur les chantiers, il voyait se dessiner, aux flancs de la vallée du Doubs, des couches de terrains de nature très diverse, chacune paraissant avoir des qualités propres ; et pourtant cette circonstance laissait indifférents la plupart de ceux qui l'entouraient, comme si elle n'avait rien à faire avec la conduite des travaux en cours. « Je ne pouvais pas comprendre, a-t-il raconté, que l'étude de ces différentes formations, que j'observais échelonnées et superposées les unes aux autres, n'eût pas été l'objet d'un enseignement particulier dans l'ensemble des connaissances scientifiques que j'avais reçues jusqu'alors ».

Qu'on se rappelle, en effet, où on en était en 1826. Élie de Beaumont et Dufrénoy revenaient seulement d'Angleterre, où ils étaient allés étudier la série classique des terrains, établie par les successeurs de William Smith. Le premier de ces deux savants n'avait pas encore effectué ses mémorables recherches sur l'âge des montagnes, et le second venait seulement d'inaugurer, à l'École des Ponts-et-Chaussées, un cours où il n'était question que de minéralogie.

Tout était donc à faire. Avec son instinct pratique, M. Parandier comprit que, partout où il y avait des travaux projetés, il importait de dresser au préalable des cartes topographiques très exactes,

sur lesquelles on figurerait ce qu'il appelait les *lignes stratigraphiques*, c'est-à-dire les intersections des couches sédimentaires avec la topographie du sol. Une telle besogne ne pouvait être exécutée par un élève en mission. Mais, en peu de mois, ce débutant, par son intelligence, son initiative et son entrain, avait su se faire une telle position dans le pays que toutes les autorités demandèrent son maintien. Le 1er mai 1828, il était attaché comme élève hors concours au service du Doubs, et le 7 avril 1830 il devenait définitivement ingénieur ordinaire à Besançon.

M. Duhamel était alors chargé du service des mines dans la capitale de la Franche-Comté. Il avait pris plaisir à mettre son camarade au courant de ce qu'on savait sur la géologie du Jura, et tous deux s'associèrent pour une étude d'ensemble de la région. Mais à peine était-elle commencée que l'administration parle d'appeler Duhamel à une autre résidence. Avec l'audace de la jeunesse, Parandier écrit au Directeur Général, en même temps que, encore tout pénétré de l'effort qu'il a dû faire pour remédier à l'insuffisance de son instruction professionnelle, il s'aventure à formuler tout un programme de réformes dans ce sens, à introduire à l'École des Ponts-et-Chaussées. Son éloquence eut gain de cause, et Duhamel lui fut conservé.

L'ardeur que M. Parandier mettait à ces études ne l'empêchait pas de suivre, avec sa fougue naturelle, d'autres occupations où aimait à se déployer son zèle pour toutes les choses utiles. C'est ainsi que, la révolution de 1830 ayant nécessité, dans le Doubs, l'organisation de grands ateliers de charité, la façon énergique et rapide dont le jeune ingénieur y présida le mit en telle évidence, qu'à vingt-six ans il se voyait appelé à siéger dans le Conseil municipal de Besançon.

Mais c'est surtout à l'amélioration des routes de montagnes qu'il s'appliquait de toute sa persévérance. Et ce fut heureux pour la géologie, car ces travaux de rectification, par lesquels la viabilité du Doubs fut régénérée en huit ou neuf ans, le mettaient sans cesse en face de coupes fraîches, où se révélait avec plus de netteté la constitution du terrain. En 1831, la construction de la route de Motte lui permit de préciser les différences qui distinguaient la série jurassienne de celle de l'Angleterre, et d'y introduire plusieurs termes nouveaux. En même temps, il portait son attention sur l'origine des cavernes, si fréquentes dans les calcaires de la contrée, et donnait sur ce sujet une note à l'Académie de Besançon. L'année précédente, la même Académie avait reçu de

lui un travail sur la géographie physique du Doubs, accompagné d'une carte où il mettait en évidence, à côté des vallées normales, ces *bassins fermés* où l'écoulement des eaux n'est assuré que par l'infiltration.

Ainsi les rapports étroits de la géographie et de la géologie, encore si mal compris de nos jours dans certains milieux, avaient été nettement aperçus par le jeune ingénieur. Aussi ne s'étonnera-t-on pas quand, plus tard, après s'être plu à rappeler que, selon le mot de Belgrand, « il faut être géologue pour être ingénieur des Ponts-et-Chaussées », il ajoutera qu' « il est encore plus absolument vrai de dire : Pour être bon géographe, il faut être bon géologue ». Mettant ses principes en action, il dressait à partir de 1830 une série de fragments cartographiques au 10.000e et au 20.000e pour les environs de Besançon, et recueillait, sur la région de Montbéliard, des données que Thirria devait utiliser en 1838. Plus de cinquante ans après, en 1882, on le vit encore développer, dans son *Prodrome de géologie utilitaire*, toutes les conséquences heureuses qu'entraînerait une application plus fréquente des connaissances géologiques à tous les besoins de la pratique.

D'ailleurs il ne suffisait pas à M. Parandier de bien accomplir pour son compte la tâche qu'il s'était tracée. Sa nature essentiellement expansive le portait à faire des prosélytes. Il réussit dès 1833 à intéresser à ses études un certain nombre d'amateurs bisontins, et bientôt il fondait une « Société géologique du Doubs », premier noyau de la Société d'Émulation de ce département, et dont il fut l'âme jusqu'au jour où il dut changer de résidence.

Le 1er octobre 1835, un congrès scientifique se réunit à Besançon. M. Parandier y présenta un exposé très complet de la constitution géologique du pays. Cet exposé ne fut pas publié, parce que son auteur se réservait d'en faire la notice explicative de sa carte au vingt-millième, carte dont la topographie ne put être achevée qu'en 1843, c'est-à-dire juste à l'époque où le géologue était envoyé à Dijon. Mais le travail ne fut pas pour cela perdu. L'auteur attendit patiemment, pour l'achever, que la retraite lui eût fait du loisir, et en 1878 il se donnait la satisfaction, d'ailleurs bien platonique, d'effectuer au Service de la Carte géologique de France le dépôt de cette œuvre de sa jeunesse.

En 1840, en même temps qu'il publiait, dans les *Annales des Ponts-et-Chaussées*, des *Considérations générales sur la statistique des chaux et ciments hydrauliques*, on le voyait fournir, au tome premier de la *Statistique historique de l'arrondissement de Dôle*, une étude géologique de cette circonscription. La même

année, à l'aide de coupes relevées dans la Haute-Marne, il démontrait que les calcaires oolithiques de Brilon se reliaient, non au Néocomien, mais au Portlandien, auquel il rattachait aussi les dolomies du Doubs. Enfin, lors de la huitième session, tenue à Besançon en septembre 1840, du Congrès scientifique de France, et où la plupart des séances furent présidées par lui, il présentait une description géologique et paléontologique du Corn-Brash des environs de cette ville.

Après tant d'efforts, il lui était bien permis de considérer, en quelque sorte, la géologie franc-comtoise comme sa propriété. Ce sentiment s'était déjà fait jour en 1832, au moment de la publication du classique mémoire de Thurmann *Sur les soulèvements jurassiques de Porrentruy*. Non sans vivacité, mais aussi non sans droit, l'ingénieur de Besançon avait revendiqué l'honneur d'avoir devancé son savant compatriote dans la définition du genre de dislocation que les assises sédimentaires ont éprouvé dans la chaîne du Jura.

C'est en 1838 que M. Parandier avait dressé et présenté à l'Académie de Besançon un tableau général de la série des assises dans les Monts Jura. Plus encore que pour le mémoire de 1835, la publication de ce travail excellent devait, pour des causes diverses, être indéfiniment retardée. Le tableau n'a vu le jour que soixante et un ans plus tard, dans les *Annales de la Société d'Émulation du Doubs*. Étrange destinée de la plupart des œuvres de l'auteur, qui, sans son extraordinaire longévité, auraient risqué de n'être connues qu'à titre d'ouvrages posthumes! Encore, vu la date tardive de leur publication, n'ont-elles pu lui procurer, dans l'histoire du développement de notre science, la juste part qui aurait dû revenir à ce précurseur. On eût dit qu'un scrupule de perfection l'arrêtait toujours dans la mise au net des documents d'ordre scientifique, tandis qu'il n'hésitait jamais dans les matières susceptibles d'applications immédiates. Témoin l'important mémoire qu'il donna en 1839 aux *Annales des Ponts-et-Chaussées*, relativement aux « applications de la géologie à la recherche des chaux et ciments hydrauliques sur la ligne du tracé du canal de la Marne au Rhin ».

Les débuts de M. Parandier, tels que nous venons de les esquisser, semblaient promettre une constante et féconde activité scientifique. Déjà les diverses sociétés savantes de la région, comme celles de la Suisse, s'étaient empressées d'ouvrir leurs rangs à l'infatigable travailleur. Mais tout d'un coup les préoccupations

de l'homme de science durent s'effacer presque complètement devant celles de l'ingénieur, chargé d'une grosse responsabilité d'ordre technique.

En effet, en 1842, M. Parandier fut appelé à Dijon, en qualité d'ingénieur en chef, pour diriger l'exécution, au compte de l'État, du chemin de fer de Dijon à Châlons. Qui donc pouvait concourir à la construction de cette nouvelle artère plus utilement que cet apôtre convaincu du développement des voies de communication? Mais aussi, plus de loisirs pour suivre des études géologiques. Ce n'est pas qu'il manquât jamais de relever au passage de précieux documents, tels que la coupe si intéressante du tunnel de Blaizy, dont il a fait don plus tard au Service de la Carte géologique; seulement ses fonctions actives l'absorbaient trop pour lui permettre d'entamer de nouvelles publications, et désormais toutes ses trouvailles allaient pour longtemps dormir dans ses cartons.

D'ailleurs, on lui avait confié, par surcroît, le contrôle des études de la ligne de Dijon à Mulhouse, qui l'obligeait à prendre parti dans une lutte des plus vives, engagée au sujet du tracé entre des intérêts rivaux. Qui l'emporterait, de la vallée de l'Ognon, ou de celle du Doubs? L'ardeur avec laquelle M. Parandier défendit ce dernier tracé, où il apercevait la possibilité d'utiliser, pour l'industrie, des forces hydrauliques importantes, lui valut la reconnaissance des populations, et, en 1845, au moment où s'achevait la construction de sa ligne de Dijon à Châlons, les électeurs de Montbéliard l'envoyèrent à la Chambre des Députés.

Mais un esprit aussi éminemment pratique ne pouvait se plaire dans les milieux parlementaires. M. Parandier n'y fit qu'un court séjour et bientôt il revenait à Dijon, où, à son service de chemin de fer, il joignait en 1847 celui du Canal de Bourgogne. Au bout d'un an, justement blessé de se voir enlever ce dernier service, il se décidait à poser sa candidature à la chaire de géologie de l'École des Ponts-et-Chaussées, que Dufrénoy venait d'abandonner.

Malgré l'appui de M. Thirria, malgré la désignation presque unanime du Conseil de perfectionnement de l'École, M. Parandier ne fut pas nommé. Faut-il le regretter? N'est-il pas à croire que cette nature si bien faite pour l'action eût risqué de se trouver mal à l'aise dans le cadre normal de l'enseignement? Toujours est-il qu'il parut en prendre assez bien son parti, d'autant mieux qu'en 1849 il avait la satisfaction de retourner dans sa chère Franche-Comté, pour y prendre à Besançon la direction simultanée du service ordinaire et du service hydraulique. C'est alors qu'il lui fut donné d'imprimer la plus vive impulsion aux entreprises

d'irrigations à surfaces restreintes, dans lesquelles il ne cessa de voir le salut de l'agriculture.

D'autre part, depuis 1842, il avait pris possession à Arbois du domaine des Tourillons, créé en 1811 par son père, et il se plaisait à y faire de nombreuses expériences de culture, améliorant sans relâche la qualité de ses vignes et étudiant d'une manière systématique l'influence exercée sur les produits par la nature du sol. Aussi, conseiller général du Jura depuis 1854, était-il nommé en 1858 membre de la Société d'Horticulture et d'Arboriculture du Doubs, et l'année suivante il fondait la Société de Viticulture d'Arbois.

C'est en 1863 qu'il fut appelé à Paris avec le grade d'Inspecteur général. Depuis longtemps il en était digne; mais sa vivacité naturelle, sa franchise parfois un peu rude, son absolu dédain de toute intrigue et de toute diplomatie, avaient retardé pour lui le moment de cette consécration. Une fois parisien, nous eûmes le plaisir de le voir fréquenter nos séances, surtout à partir de 1874, époque de sa mise à la retraite. Qui de nous peut avoir oublié cette figure caractéristique, au profil accentué, tempéré par une bonhomie non exempte de malice, ce regard toujours pétillant, empreint d'une vivacité juvénile, en si complet contraste avec l'ensemble quelque peu archaïque de l'apparence extérieure, où se révélait, jusque dans la coiffure, l'homme de 1830? Qui ne se rappelle cette carrure vigoureuse, trahissant, avec le parler, le franc-comtois de forte race; mais un franc-comtois de belle humeur, sympathique à tous, parce qu'on le savait loyal et bon? Avec quelle ardeur passionnée il suivait nos travaux, montrant sans réserve sa prédilection pour les jeunes, et franchement heureux de les sentir vivre à ses côtés, lui qui pouvait se rendre ce témoignagne, d'avoir toujours fait preuve de la vitalité la plus intense et la plus communicative!

Il était sans enfants, depuis longtemps presque sans parents proches. La compagne dévouée, qui avait su lui faire un intérieur si conforme à ses goûts, lui avait été enlevée en 1888. Et pourtant, loin de s'assombrir ou de se décourager, il demeurait affable et actif, tel que nous l'avions vu en 1880, lorsque, paré de sa cravate de commandeur, il était venu s'asseoir avec tant de plaisir au banquet de notre cinquantenaire. Son temps se partageait entre Paris, où l'attiraient à la fois la Société géologique et la Société nationale d'agriculture, et son cher domaine d'Arbois, dont chaque pierre, chaque arbre, chaque cep de vigne, lui rappelaient une création

personnelle. C'est là que, les 14 et 15 avril 1894, ses compatriotes fêtèrent en grande pompe son 90e anniversaire, un mois avant la célébration du centenaire de la grande famille polytechnicienne, dont, l'année suivante, M. Parandier devenait le doyen d'âge.

A ce moment, le sage vieillard comprit de lui-même que la vie de Paris, quelque charme qu'il y trouvât, lui convenait moins que sa résidence de province. Il vint donc se fixer définitivement aux Tourillons, pour y dépenser, au milieu de concitoyens fiers de lui, les restes d'une activité toujours en quête d'un utile emploi. A ceux qui auraient pu le croire endormi, il répondait en 1897 par la publication, dans le *Bulletin de la Société de viticulture d'Arbois*, d'une étude agronomique sur les sols de la région jurassienne. De temps en temps, une brochure envoyée par lui, ou quelques mots tracés sur une carte de visite, nous prouvaient que pas un détail de nos discussions ne lui échappait. En outre, préoccupé d'assurer la mise au net de ses anciens travaux, il entretenait sur ce sujet, par l'intermédiaire d'un secrétaire, avec M. Girardot et M. Marcel Bertrand, une correspondance suivie jusqu'en 1900. Enfin il démontrait mieux encore sa vitalité persistante par son zèle à encourager toutes les œuvres de bienfaisance d'Arbois, à y mettre en pratique l'assistance par le travail, à user de son crédit et de ses relations en faveur de ses compatriotes.

Jamais plus longue vie n'avait été plus utilement employée. C'est au milieu de ce noble déploiement d'activité que la mort est venue le prendre, le 24 mai 1901. Il ne lui fallait plus que deux ans pour atteindre la centaine, et c'est à peine si, depuis quelques mois, le subit affaiblissement de son entrain laissait prévoir une fin qui, d'ailleurs, a été rapide, exempte de secousse et consolée par la religion. Longtemps d'avance, il avait réglé tous ses intérêts en ce monde, s'attachant à n'oublier personne, léguant son domaine des Tourillons à la Société nationale d'Agriculture, afin d'y poursuivre ses expériences, et inscrivant dans son testament, pour une somme de mille francs, la Société géologique de France, où il avait passé de si bonnes soirées.

M. Parandier a été, par excellence, un vaillant et un sage : alliance précieuse de deux qualités qui trop souvent s'excluent, tandis que chez lui elles se complétaient merveilleusement. Il n'avait vu dans la science ni un agréable passe-temps, ni même une utile occupation de l'esprit, mais bien le guide indispensable pour les grands travaux que sa très saine conception du bien public lui désignait comme le premier devoir d'une administration

soucieuse d'améliorer le sort du plus grand nombre. Passionné pour les choses utiles, et absolument désintéressé pour lui-même, aimant la vie pour l'action, et résolu à communiquer sa flamme aux autres, il poursuivait ses desseins avec une opiniâtreté franc-comtoise, toujours prêt à revenir à la charge, et se faisant presque gloire, tant ses intentions étaient droites et sa conviction profonde, de mériter l'épithète de « vieil entêté », celle que lui jetait un jour son camarade Victor Considérant, par dépit de ne pouvoir le conquérir à ses utopies.

Heureux entêtement, auquel les populations de la Franche-Comté ont dû tant de bonnes choses, entre autres le triomphe final du tracé du chemin de fer par la vallée du Doubs, que la persévérance de M. Parandier réussit à obtenir, malgré un vote défavorable du parlement de 1846! Sa mémoire vivra, parmi nous, comme celle d'un homme de bien et de savoir, qui, animé d'un constant et vigoureux amour pour la terre et pour ceux qu'elle porte, a vraiment honoré la géologie, en s'attachant de bonne heure à montrer en elle une bienfaitrice de l'humanité.

ORIGINE DE L'OPALE FARINEUSE SÉDIMENTAIRE

par M. **Stanislas MEUNIER**

J'ai eu l'honneur d'entretenir la Société (*B. S. G. F.* [4], 1, 1901, p. 197), de l'opinion où m'ont amené l'observation et l'expérience quant à l'origine de l'argile à silex et de quelques dépôts analogues, et l'on a vu que parmi ces dépôts, où figurent des sables quartzeux, des grains phosphatés et des lits de débris fossiles qualifiés de « bone-beds », j'ai compris des niveaux constitués par de l'opale, ou silice hydratée gélatineuse, du genre des gaizes et de la farine du Berry, qu'on peut appeler « grossouvréite », en l'honneur du savant qui l'a examinée, puisque le nom de vierzonite proposé récemment a déjà été attribué à une autre substance. Il me paraît très utile de revenir un moment sur ma conclusion pour la légitimer tout à fait et pour faire sentir les conséquences qu'elle peut comporter.

Tout d'abord, il n'est pas si facile qu'on se l'imaginerait de concevoir, en dehors de l'accumulation de tests organiques, la genèse d'une couche entièrement composée de silice hydratée. Les phénomènes actuels ne nous procurent, comme termes de comparaison, que les incrustations des geysers et il est clair qu'il faut renoncer aux tentatives du genre de celle que le Dr Eugène Robert avait essayée à son retour d'Islande, à l'égard des meulières parisiennes. Dans la grossouvréite on trouve des fossiles crétacés, d'ailleurs entièrement silicifiés, et cela suffirait, s'il en était besoin, pour faire repousser toute idée d'intervention thermale.

Au contraire, la masse des couches calcaires se présente comme un laboratoire merveilleusement installé en vue de la précipitation, sous des formes variées, de la silice entraînée par les eaux d'infiltration. De tous les côtés nous voyons des calcaires remplis de nodules siliceux, tantôt anhydres, comme c'est le cas dans la craie blanche, tantôt très hydratés, comme dans les marnes subordonnées au gypse ou dans les lits du travertin de Saint-Ouen. Fréquemment, nous voyons les tests calcaires des fossiles offrir à la précipitation siliceuse des conditions si favorables, qu'il s'y fait des orbicules et des concrétions de calcédonite et des cristallisations de quartz, les unes et les autres facilement désagrégeables et donnant alors des grains d'apparence sableuse. Plus souvent encore, nous pouvons reconnaître dans des calcaires pourvus ou

non, d'ailleurs, de rognons de silex ou de ménilite, une proportion notable de gelée siliceuse facilement soluble dans les lessives alcalines.

Et, cela posé, il semble qu'il n'y ait qu'à interpréter ces résultats. Si une couche calcaire est soumise à la décalcification, elle pourra, suivant les cas, donner lieu à la sédimentation souterraine d'argile à silex, de sable quartzeux, ou de silice gélatineuse.

Il est vrai qu'on peut se demander si cette dernière ne se dissoudra pas comme le calcaire lui-même, ce qui rendrait sa sédimentation souterraine impossible et empêcherait d'appliquer les faits qui nous occupent à l'interprétation de la grossouvréite et des roches comparables.

A cet égard, les raisonnements seuls ne sauraient être que parfaitement stériles et la seule chose à faire est de recourir à la méthode expérimentale, si négligée d'ordinaire par les géologues et qui cependant a donné déjà tant de preuves de son efficacité. C'est ce que j'ai fait, et les résultats obtenus me paraissent dignes de fixer un moment l'attention.

J'ai commencé par disposer dans l' « éprouvette à dessécher », qui, jusqu'ici, paraît être l'appareil le plus commode pour étudier la dénudation et la sédimentation souterraines, un lit épais de carbonate de chaux précipité, rendu pâteux par son mélange avec l'eau contenant 2 millièmes de son volume de silicate de soude sirupeux. Ce lit calcaire étant compris entre deux couches de sable quartzeux, selon le dispositif précédemment décrit (V. ma « Géologie expérimentale », p. 187), et l'éprouvette étant complètement remplie par le sable supérieur, j'ai fait arriver sur celui-ci de l'eau très faiblement aiguisée par de l'acide chlorhydrique (1 centimètre cube par litre). Au bout de deux jours, on voyait à la partie supérieure du calcaire un filet bien réglé d'une matière gélatinoïde qui n'était que de la silice. Quand il fut épais de quelques millimètres, on cessa d'arroser et on laissa l'appareil se dessécher : la silice devint blanche et farineuse, rappelant très bien la grossouvréite.

Il fallut alors passer du produit artificiel, constitué par le mélange du carbonate de chaux et du silicate de soude, à l'examen de roches naturelles et mon choix se porta sur les couches du travertin calcaire de Saint-Ouen, qui renferme des nodules d'opale ménilite. La matière utilisée provient des travaux exécutés récemment avenue de Villiers pour l'établissement du Métropolitain et je la dois à notre distingué confrère M. Aug. Dollot,

correspondant du Muséum, que je me fais un plaisir de remercier. Le calcaire dont il s'agit, finement pulvérisé et délayé dans l'eau, a été mis dans l'éprouvette à la place du mélange artificiel de tout à l'heure et l'expérience a été conduite de la même manière. Il s'est séparé, à la partie supérieure de la colonne, une substance grisâtre, où l'analyse a montré dans un cas plus de 78 °/₀ de silice hydratée, le reste étant de l'argile et un peu de sable. L'aspect de cette matière est assez ressemblant à celui des argiles (sépiolites) subordonnées au travertin de Saint-Ouen, pour qu'on soit porté à se demander si celles-ci ne constitueraient pas, à leur tour, un produit de décalcification souterrainement stratifié.

Quoi qu'il en soit de ce dernier point, les simples observations que je viens de résumer, paraissent devoir nous encourager dans nos conclusions précédentes. Et puisque j'ai ainsi une occasion de montrer de nouveau l'utilité de l'expérimentation, comme contrôle des suppositions lithogéniques, j'ajouterai une remarque analogue à la précédente sur un sujet très voisin.

Résumant les conclusions que j'ai développées sur l'origine du minerai de fer oolithique de Lorraine, M. Lacroix fait dans son excellente « Minéralogie de la France » (t. III, p. 382), la restriction suivante : « Je suis surtout frappé de l'identité de structure que présentent (oolithes mises à part) dans une même localité, les calcaires extrêmement riches en oolithes ferrugineuses et ceux qui en renferment peu et qui passent à des calcaires n'en renfermant pas : cette identité me semble incompatible avec une transformation aussi radicale que celle qui devrait être la conséquence de l'apport postérieur, par un procédé quelconque, de la quantité de fer nécessaire à la production des minerais oolitiques. On comprend très bien que ces calcaires puissent être épigénisés en bloc en produits ferrugineux, mais l'élection du fer dans une partie seulement des éléments de la roche est plus difficile à concevoir ». On va voir que l'expérience vient cependant à l'appui de mes assertions.

J'ai placé dans « l'éprouvette » entre les deux lits ordinaires de sable quartzeux, une couche de calcaire convenablement choisi et j'ai fait arriver sur la colonne une dissolution étendue de sulfate de fer (parfois de l'eau de lavage de pyrites effleuries). La roche choisie a été du calcaire oolithique corallien provenant tantôt de Tonnerre (Yonne), tantôt de Lérouville (Meuse). Dans les deux cas, elle a été pulvérisée et passée au tamis. Le produit du tamisage, délayé dans l'eau, a été mis en plusieurs fois dans l'éprouvette et

chaque fois il s'est trié, de façon à faire de très petits lits de grosseurs diverses sensiblement horizontaux. Or, la très faible différence de structure de ces lits a suffi pour que la précipitation se fît de façon très inégale dans chacun d'eux et j'ai conservé des spécimens qui montrent des régions où les oolithes ocreuses alternent avec des zones où la quantité de fer est imperceptible. Évidemment, il suffirait d'actions secondaires bien faibles pour que de semblables différences de structure entre des points voisins disparussent complètement. On voit aussi par ces expériences comment les éléments calcaires, s'enrobant du produit de leur épigénie, il peut se faire que tout en continuant à se modifier lentement ils laissent passer cependant entre eux des quantités considérables du liquide capable de porter son activité plus bas en des points qu'on aurait pu croire protégés contre lui.

Et ceci m'amène à répéter comme conclusion, que les phénomènes de dénudation et de sédimentation souterraines sont, sans aucun doute, destinés à prendre un jour une grande importance dans les préoccupations des géologues.

SUR LE KERSANTON DE LA RADE DE BREST [1]

par M. **Charles BARROIS.**

Le gisement de cette roche, déjà décrite devant la Société, par MM. Michel-Lévy et Douvillé, est en filons, qui ont été remplis à l'époque carbonifère. Les filons les plus épais montrent une structure composite remarquable. Leurs salbandes sont bulleuses et microlithiques (porphyrites micacées), à amygdales remplies de calcite, quartz, ou de pyrrhotite nickelifère, atteignant parfois 25 % de la roche, et constituant ainsi un gîte métallifère remarquable, formé sous l'influence directe d'une roche lamprophyrique, dont la venue a été suivie de phénomènes pneumatolithiques. On ne les observe que dans les gisements d'une fraîcheur exceptionnelle ; toutefois leur existence présente des caractères de généralité, attestés par la profonde et constante altération des contacts du kersanton, due à l'oxydation de ces sulfures disparus.

Les parties centrales des filons présentent une structure plus

1. Un mémoire détaillé paraîtra dans les *Ann. de la Soc. géol. du Nord.*

grenue, à mica noir, pyroxène, oligoclase-andésine, plus acides et plus pauvres en magnésie que les salbandes, comme le montrent plusieurs analyses. Leur masse est traversée de fentes de contraction remplies de roches concrétionnées, d'abord pegmatiques, puis aplitiques, et finalement géodiques : l'acidité de ces divers produits va en croissant normalement ; l'albite remplace l'andésine, l'amphibole remplace le pyroxène, la structure est micropegmatique, sphérolithique, ou microgranulitique. La teneur en silice, qui était de 52 °/₀, monte à 68 ; la proportion de magnésie tombe de 12 à 1 °/₀.

Enfin la série des consolidations précédentes est traversée par des filons de minette, à mica noir et orthose, à 53 °/₀ de SiO^2, 7 °/₀ de K^2O, qui la terminent. La considération de cet ensemble établit que les filons de kersanton se sont consolidés lentement sous l'influence de phénomènes pneumatolithiques longuement poursuivis, de telle sorte que, conformément à une théorie exposée par M. Michel-Lévy, la circulation des minéralisateurs ait séparé du magma ferro-magnésien du kersanton l'excès d'alcalis, d'alumine et de silice, et l'ait entraîné dans des fentes de contraction des parties consolidées, pour former les pegmatites et aplites kersantiques, en laissant comme résidu les éléments des minettes. L'action combinée de l'eau, de l'acide carbonique et des composés sulfurés des fumerolles a déterminé l'accumulation de la pyrrhotite et de la calcite dans les premières géodes ; des circulations postérieures d'eaux thermales ont développé pyrite, fluorine, calcite et quartz dans les dernières cavités formées.

DEUXIÈME NOTE SUR LES ORBITOIDES [1]

par M. Ch. SCHLUMBERGER.

(Planches VI-VIII).

Dans la séance du 16 juillet 1832 [2] Nérée Boubée a présenté à la Société géologique deux nouvelles Nummulites, *N. millecaput* et *N. papyracea*. « Cette dernière plus mince que la précédente a un tissu si compact qu'on n'y distingue aucune trace de spire ni de cloisons. Elle est sensiblement sonore sans qu'elle soit siliceuse ».

Cette brève et un peu naïve diagnose n'est accompagnée d'aucune figure, mais l'auteur constate qu'il l'a recueillie dans le terrain crétacé dans les environs de Boulogne et de Gensac dans la Haute-Garonne.

Malgré ce peu de renseignements et malgré la différence des étages, d'Archiac pense pouvoir identifier cette espèce avec l'*Orbitolites papyracea* [3] d'Arch., qu'il a récolté dans le terrain éocène des environs de Biarritz. Vers 1868, il a communiqué ses échantillons à Gümbel [4], qui avait entrepris un remarquable travail sur les Orbitoïdes éocènes. Ce savant observateur a constaté que les fossiles de d'Archiac étaient des Orbitoïdes de sa famille des *Discocyclina* à loges équatoriales parallélipipédiques. Il en donne une description minutieuse et de nombreuses figures (pl. III), aussi bien de l'extérieur que de l'organisation interne, et met en synonymie vingt-huit espèces nommées par différents auteurs de tous pays. Entre autres, il identifie l'*Orbitolites papyracea* Boubée avec *O. Fortisii* d'Arch. et *O. Pratti Mich.* Or, il semble d'après les figures de Gümbel que les fossiles envoyés par d'Archiac n'étaient pas autre chose que l'*Orbitolites Fortisii* d'Arch. ou une de ses variétés. Mais Gümbel paraît avoir ignoré les recherches de Leymerie [5] et n'en fait aucune mention dans son travail. Ce géologue a exploité les mêmes couches des environs de Gensac et

1. *B. S. G. F.*, (4), I, 1901, p. 459.
2. *B. S. G. F.*, (1), II, p. 445.
3. d'Archiac. *M. S. G. F.*, 1846, (2), III, p. 405, pl. VIII, fig. 13.
4. Gümbel. *Abh. d. k. Bayer. Akad. d. Wiss.*, II Cl., vol. X, 1868.
5. Leymerie. *M. S. G. F.*, 1844, (2), I, p. 194, pl. VI, fig. 6.

de Boulogne, dans lesquelles Boubée avait trouvé *Numm. papyracea*. Il y a découvert une grande abondance d'Orbitoïdes, qu'il prenait, il est vrai, pour des Orbitolites et les a décrits et figurés avec soin sous les noms d'*Orbitolites Gensacica* avec les variétés *gigantea*, *concava*, *nummularia* et *Orbitolites secans* et *socialis*.

Il résulte de ce qui vient d'être exposé que ce qualificatif de *papyracea*, appliqué d'abord à un *Nummulites*, puis à un *Orbitolites* et enfin à un *Orbitoides*, entraîne une fâcheuse confusion par l'insuffisance des descriptions et des figures; on reste indécis sur sa véritable application et je crois qu'il doit être rayé de la nomenclature pour ce qui concerne les organismes en vue. Suivant les règles établies il y a lieu d'adopter pour les Orbitoïdes du Crétacé de Gensac les noms donnés par Leymerie.

Orbitoides Gensacica Leym. *sp.*

(Pl. VI, fig. 4 et 5; pl. VII, fig. 8 à 14).

Synon. : *Nummulites papyracea* Boubée.
Orbitolites Gensacica Leym. avec variétés.
Orbitolites secans Leym.

Leymerie donne une description incomplète en ce qui concerne la disposition interne des loges et n'a pas vu la partie embryonnaire si remarquable de ces fossiles, mais les caractères qu'il énumère sont assez précis pour permettre de les reconnaître.

L'*Orbitoides Gensacica* (pl. VI, fig. 4) est discoïdal, mais, comme dans beaucoup d'espèces de ce genre, la forme générale présente beaucoup de variétés. Les uns sont minces et plats sur les deux faces (fig. 4), d'autres ont leur pourtour plus ou moins ondulé ou sont repliés en selle, quelquefois la partie centrale s'élève en cône (fig. 5, 13 et 14). Quand ils sont bien conservés, la surface externe est couverte de nombreuses granulations, qui, parfois, s'anastomosent vers le centre pour former de petites côtes (fig. 5) [1], mais le plus grand nombre d'entre eux sont lisses par suite d'usure.

Si on prélève une section mince, perpendiculairement au centre du disque, on trouve au milieu une formation embryonnaire toute spéciale à cette espèce. C'est une grande loge ovoïdale à paroi très épaisse (15 μ), très bosselée à l'extérieur, ayant 1 millim. 4 de longueur et 1 millim. de largeur (fig. 1).

1. La présence de granulations est la règle à peu près générale chez tous les Orbitoïdes. Dans de très jeunes individus elles sont dues à la saillie des loges équatoriales non recouvertes, chez les adultes à la saillie des piliers.

Cette grande loge est traversée à l'intérieur, un peu en tous sens, par de nombreuses cloisons minces très irrégulières qui sont les parois de loges internes qui entaillent la paroi intérieure de la grande loge. La fig. 1 est la reproduction à la chambre claire de la plus nette de mes nombreuses sections, mais il est cependant impossible de se rendre compte de la véritable disposition de ces loges internes. La paroi de la grande loge est traversée par de nombreuses perforations qui lui donnent une apparence fibreuse. Les fig. 10 et 11 (pl. VII), reproduisent les sections faites dans de tout jeunes individus, qui n'ont encore qu'un ou deux cycles de loges équatoriales et à peu près le même nombre de couches de loges latérales. Le premier (fig. 10) provient de Gensac; l'autre, du cap Passaro, en Sicile.

Fig. 1. — *Orbitoides Gensacica.* Loge embryonnaire. Forme A. Grossie 30 fois. — Cap Passaro (Sicile).

La figure 12 est une coupe transversale d'un grand individu dont les deux faces sont à peu près parallèles. On voit que les loges équatoriales augmentent peu en hauteur vers le bord du disque; en plan (fig. 8), on reconnaît que leurs parois demi-circulaires sont disposées de telle façon qu'en se suivant elles déterminent deux séries de courbes qui s'entrecroisent et produisent un effet de moirage. Les loges latérales (fig. 12) sont nombreuses et s'empilent assez irrégulièrement.

L'*Orbitoides secans* Leym. sp. ne peut être maintenu comme espèce. En effet, si l'on examine les sections transversales (fig. 13 et 14) et la section horizontale (fig. 9), il est facile de constater que tous les caractères de l'*O. Gensacica* se retrouvent. Même loge embryonnaire, même aspect des loges équatoriales, seulement les loges latérales sont en plus grand nombre au centre du disque, d'où résulte l'aspect conique plus ou moins prononcé des deux faces extérieures.

L'*Orbitoides Gensacica* atteint un diamètre de 51 millim. [1]; il est très abondant dans le Dordonien, dans la côte de Ternes près Saint-Marcet, dans les environs de Gensac et Boulogne (Haute-Garonne) [2].

1. Collection de l'École des Mines.
2. Je n'ai pas rencontré la forme B de cette espèce.

Orbitoides socialis Leym. *sp.*

(Pl. VI, fig. 6 et 7 ; pl. VIII, fig. 15 et 16).

Synon. : *Orbitolites socialis* Leym.

Parmi l'énorme quantité d'Orbitoïdes que l'on peut récolter dans le terrain crétacé des environs de Gensac, il est assez délicat de distinguer à première vue les *O. socialis*. Leur plasmostracum est en effet discoïdal, légèrement conique vers le centre, aminci au bord et les deux faces sont couvertes de granulations. Cependant leur centre est moins surélevé que dans la variété *secans* de l'*O. Gensacica* et moins plat que dans les autres variétés (voir fig. 15 et 16). Ce n'est que par les caractères internes qu'ils sont faciles à reconnaître.

La section horizontale menée par les loges équatoriales (pl. VI, fig. 7) montre au centre une partie embryonnaire toute différente de celle de l'espèce précédente.

Elle est composée (fig. 2) d'une petite loge sphérique enveloppée à moitié par une seconde loge sphérique plus grande et toutes deux enveloppées d'une forte cloison largement perforée. Les dimensions de cet embryon sont de 0 millim. 3 dans chaque sens. Autour de lui sont disposés les nombreux cycles des loges équatoriales (fig. 7), à parois latérales plutôt droites et ne produisant pas le moirage constaté dans *O. Gensacica*.

Fig. 2. — *Orbitoides socialis* Leym. Forme A. Loges embryonnaires grossies 45 fois.

Les sections transversales (pl. VIII, fig. 15 et 16) montrent que les loges latérales sont un peu plus régulièrement superposées et ont un peu plus de hauteur que dans l'espèce précédente. La forme B est inconnue.

Les plus grands individus ne dépassent guère 16 millim. de diamètre pour une épaisseur médiane d'environ 2 millim. ; beaucoup d'entre eux sont repliés en selle.

Abondant dans le Dordonien de la côte de Ternes-Saint-Marcet (Haute-Garonne).

Observation. — Par son aspect extérieur et par son embryon l'*O. socialis* se rapproche beaucoup de l'*Orb. minor* de Maestricht, mais il en diffère pas la nature des loges latérales [1].

1. Voir *B. S. G. F.*, (4), I, 1901, p. 459.

Orbitoides mamillata *n. sp.*

(Pl. VIII, fig. 17 à 20).

Plasmostracum discoïdal très conique sur les deux faces et aminci sur les bords (fig. 17), les surfaces extérieures sont couvertes de nombreuses granulations et sur l'une d'elles seulement on voit au centre un fort bouton très saillant de calcaire compact. La section transversale (fig. 18) montre qu'il est produit par un volumineux pilier conique qui prend naissance sur la loge embryonnaire et s'accroît rapidement. Les cycles de loges équatoriales sont situés sur une surface conique et les loges latérales sont régulièrement superposées en lignes divergentes. Leurs rangées sont séparées sur la figure par des lignes sombres qui ne sont pas produites par des piliers comme dans beaucoup d'Orbitoïdes mais sont dues à la réunion des extrémités de deux séries de loges juxtaposées. En effet, par suite de la disposition des loges équatoriales sur une surface conique une section menée par la loge embryonnaire ne rencontre que les loges latérales, sauf dans le voisinage immédiat de l'embryon et dans les fig. 19 et 20 on n'aperçoit aucune trace de piliers au milieu des loges latérales. Les mêmes figures montrent, malheureusement pas avec toute la netteté désirable, que la partie embryonnaire se compose d'une petite loge sphérique entourée de trois ou quatre loges plus volumineuses.

L'*Orbitoides mamillata* est associé dans l'étage crétacé de Gensac aux *O. Gensacica* et *socialis*, mais il est beaucoup plus rare. Je n'en ai trouvé qu'une dizaine d'individus. Le plus grand a 4 millim. 5 de diamètre.

Orbitoides Tissoti *n. sp.*

(Pl. VIII, fig. 21 à 25).

M. l'Ingénieur des Mines Tissot avait récolté pendant sa mission en Algérie, un échantillon de roche crétacée au bord de l'Oued el Arab, au sud de Kenchela, sur le flanc est de l'Aurès. Cette roche qui fait partie des collections de l'École des mines est pétrie d'Orbitoïdes et mon ami M. Douvillé a bien voulu m'en confier l'étude.

A première vue, on pourrait confondre ces Orbitoïdes avec *O. media*. Leur plasmostracum est discoïdal avec un centre surélevé un peu plus saillant sur une des faces. Celles-ci sont couvertes de granulations un peu plus fortes au centre, le bord du disque est arrondi.

Une première section transversale d'un jeune individu, fig. 22, montre des deux côtés de la loge initiale une rangée de loges équatoriales très développées, augmentant de hauteur vers les bords et surmontées d'un massif conique plein sans aucune trace de loges latérales. On pourrait, dans ce stade, confondre ce fossile avec une espèce de *Linderina* [1].

Un individu un peu plus grand a fourni la section (fig. 23) où l'on voit apparaître les ouvertures de quelques loges latérales. Enfin, un individu plus âgé et engagé dans la roche a fourni la section intéressante (fig. 24) dans laquelle un heureux hasard a réuni la coupe transversale d'un grand exemplaire, la section d'un individu embryonnaire à droite de la figure et, à gauche, une section horizontale passant toutes trois par la loge initiale.

Cette loge embryonnaire (fig. 3) de forme ovoïdale à paroi épaisse est subdivisée en quatre parties par de minces cloisons. Elle est en tout semblable à celle de l'*O. media*; un autre rapprochement apparaît dans l'aspect général (en coupe) des loges équatoriales très développées et dont les dernières vers le bord du disque sont subdivisées sur la hauteur. Mais là s'arrête la ressemblance des deux espèces, car si on se reporte à la section horizontale (fig. 25), on constate que les loges équatoriales sont très inégalement distribuées et ne forment pas de cycles circulaires. De plus, les loges latérales (fig. 24) sont aussi empilées irrégulièrement, ont des cloisons très épaisses, aussi fortes que l'ouverture des loges et sont séparées par des piliers massifs.

Fig. 3 [2]. — *Orbitoides Tissoti* Schlumb. Forme A. Loge embryonnaire grossie 45 fois.

Le plus grand des nombreux individus a pour diamètre 4 mill. 5.

Très abondant dans une roche sénonienne? de l'Oued el Arab, province de Constantine.

1. *B. S. G. F.*, (3), XXI, 1893, p. 120.

2. La fig. 3 est la reproduction de l'individu embryonnaire de la fig. 24. La loge initiale est accompagnée de chaque côté par les premières loges équatoriales. La même loge initiale se voit nettement sur la préparation photographiée (fig. 25), mais la phototypie en a un peu effacé les contours : elle est située à toucher la tache noire de la figure à droite.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche VI

Fig. 4. — *Orbitoides Gensacica* Leym. sp. — Vue extérieure grossie 6 fois.
Fig. 5. — — — Leym. var. *secans*. — Vue extérieure grossie 6 fois.
Fig. 6. — — *socialis* Leym. sp. — Vue extérieure grossie 6 fois.
Fig. 7. — — — Leym. sp. — Section horizontale grossie 10 fois. Forme A.

Planche VII [1].

Fig. 8. — *Orbitoides Gensacica* Leym. sp. — Section horizontale grossie 10 fois.
Fig. 9. — — — var. *secans*. — Section horizontale grossie 10 fois.
Fig. 10. — — — Leym. sp. — Jeune individu de Gensac. Section transversale grossie 10 fois.
Fig. 11. — — — Leym. sp. — Jeune individu du cap Passaro (Sicile). Section transversale grossie 10 fois.
Fig. 12. — — — Leym. sp. — Section transversale grossie 10 fois.
Fig. 13-14. — — Leym. var. *secans*. — Sections transversales grossies 10 fois.

Planche VIII [1].

Fig. 15-16. — *Orbitoides socialis* Leym. sp. — Sections transversales grossies 10 fois.
Fig. 17. — — *mamillata* Schlumb. — Vue extérieure grossie 6 fois.
Fig. 18. — — — Schlumb. — Section transversale grossie 10 fois.
Fig. 19-20. — — — Schlumb. — Sections horizontales pour la loge initiale, grossies 16 fois.
Fig. 21. — — *Tissoti* Schlumb. — Vue de la roche avec de nombreux individus de différents âges. Grossie 6,5 fois.
Fig. 22-23. — — — Schlumb. — Sections transversales grossies 13 fois.
Fig. 24. — — — Schlumb. — Section transversale d'un grand individu, d'un individu embryonnaire et section horizontale d'un autre individu. Grossies 13 fois.
Fig. 25. — — — Schlumb. — Section horizontale grossie 13 fois.

1. Tous les individus des planches VII et VIII sont de la forme A (mégasphérique).

Séance du 7 Avril 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société :

Le père **Ed. Thiébaud**, des missionnaires d'Afrique « Pères blancs », présenté par M. de Lapparent et l'abbé Bourgeat.

Il annonce une présentation.

M. **Caralp.** — *Sur les roches éruptives de la Bellongue et de la vallée du Ger (Pyrénées centrales).*

Les roches hypogènes de cette région, si variées quant à leur composition minéralogique, peuvent d'après lui se rapporter, au point de vue génétique, à trois magmas éruptifs :

1° Magma granitique (granites, granulites, kersantites quartzifères) ;
2° Magma lherzolitico-ophitique (lherzolites, hornblendites, ophites) ;
3° Magma picro-dioritique (série d'Argein) : picrite, hornblendite, diorite, feldspathine.

Les roches du premier magma, essentiellement acides, datent du Carbonifère ; on leur doit dans certains cas (région de Milhas), le développement de micaschistes et de gneiss aux dépens de schistes argileux qui paraissent se rattacher au Houiller.

Le magma lherzolitico-ophitique, qui s'est fait jour surtout aux environs de l'axe du géosynclinal de la Bellongue, comprend plus spécialement des lherzolites et des ophites, qui sont fréquemment en contact immédiat, sans qu'on puisse établir entre elles de transition. Il est à remarquer que la hornblendite, qu'on trouve en filons dans la lherzolite, a une composition intermédiaire. Toutefois la fréquence de leur association, l'identité de leur gisement, leur similitude de texture semblent indiquer qu'il y a entre elles communauté d'origine ; elles proviendraient du même magma éruptif, sous l'effet d'une sorte de liquation.

Le troisième magma, qui correspond à la série d'Argein, comprend des roches variées établissant passage entre des termes d'une extrême basicité et des types franchement acides.

L'auteur admet aussi que toutes ces roches, dont il met en paral-

lèle la constitution minéralogique et la composition chimique, dérivent d'un même magma éruptif par voie de différenciation.

Il compare ensuite cette série avec la série précédente : si on ne considère que la composition minéralogique, les termes de la série d'Argein se rapprochent singulièrement des termes de la série lherzolitico-ophitique ; de part et d'autre mêmes éléments minéraux. Mais la composition chimique est bien différente. Si on excepte la diorite et l'ophite qui ont sensiblement la même composition, les autres termes, picrite et lherzolite d'une part, hornblendite d'Argein et hornblendite lherzolitique de l'autre, présentent une composition chimique toute différente qui peut être formulée de la manière suivante :

1° Série d'Argein R^2O^3 (Al^2O^3, Fe^2O^3) $\geqq SiO^2 > MgO > CaO$
2° Série des lherzolites $SiO^2 > MgO > R^2O^3 > CaO$

D'ailleurs la texture est tout autre : grenue d'un côté, ophitique de l'autre, l'ordre de consolidation étant absolument inverse.

En outre, l'âge n'est pas le même, les lherzolites et ophites associés datant du Secondaire, tandis que les roches d'Argein, qui se trouvent à l'état de tufs dans les schistes carbonifères, remontent aux temps paléozoïques.

De ce qui précède, il semble résulter que dans les magmas éruptifs basiques des Pyrénées, il y a lieu de distinguer, au point de vue génétique, à côté de la série lherzolitico-ophitique (de M. Lacroix), d'âge relativement récent, une autre série plus ancienne, très apparentée avec la première comme composition minéralogique, mais en différant essentiellement par sa composition chimique, sa texture, son âge relatif.

M. **E. Dupin**. — *Gravenoire.*

Le mémoire de M. Glangeaud sur *le volcan de Gravenoire* (*Puy-de-Dôme*) [1] nous a suggéré les observations suivantes :

A. — C'est selon nous dans un *synclinal* — c'est-à-dire dans un fond de vallée, et non pas dans un *anticlinal* (sommet) que se fit *primitivement* l'éruption de Gravenoire, et ce n'est que plus tard que s'opéra la transformation en anticlinal de la base archéenne de ce cône éruptif, par le mécanisme ci-après expliqué.

En d'autres termes et d'une manière plus générale encore : au début de l'ère éruptive miocène, le soubassement *granitique* de la chaîne des puys de Clermont fut d'abord un *synclinal ;* tandis que la plaine de la Limagne, vallée d'affaissement et d'érosion, corres-

1. *Bull. Serv. Carte géol.*, 1901.

pond à un anticlinal tertiaire — ou tout au moins à un flanc —, qui se serait définitivement effondré à l'époque quaternaire.

Le synclinal qui reçut les premières déjections de Gravenoire était dirigé *nord-sud*; après une certaine période d'activité, apparurent quelques satellites (Montjoli, Beaumont, etc.), en même temps que se parachevaient les fractures parallèles connexes dont parle M. Glangeaud.

Notre observation n'est au surplus qu'un cas particulier d'une règle d'ensemble sur laquelle nous nous expliquerons plus tard, et qui pourrait se formuler ainsi : *tous les volcans quaternaires, ou modernes à fortiori, — et peut-être aussi les tertiaires, — ont débuté sur une base en forme de thalweg.*

Effectivement, les immenses éruptions primaires semblent avoir eu, à peu près seules, le privilège de se faire jour *simultanément un peu partout* et aussi bien à la base des synclinaux (par irruption) qu'au sommet même des anticlinaux (par affaissement de ceux-ci); et c'étaient de larges bandes alignées dans toute l'étendue des fractures, tandis qu'ensuite les éruptions ne s'effectuèrent plus qu'avec des difficultés croissantes et se bornèrent à des pointements isolés plus ou moins nombreux.

B. — La taille exceptionnelle du volcan périphérique de Gravenoire tient à l'existence d'une faille est-ouest, passant sans doute par Charade, Montjoli, etc., et recoupant la faille nord-sud.

Voici maintenant les arguments tirés du travail de M. Glangeaud :

a. — « *Les coulées de lave les moins étendues, s'effectuèrent vers le nord (p. 7 et 18); les autres s'étalent largement vers l'est (p. 7 et 19); l'importance de Gravenoire doit être considérablement réduite, en faveur de Beaumont et de Montjoli (p. 7)* ».

On conçoit ce qui dut se produire (fig. 1) : contenue tant bien que mal par le flanc est du synclinal — aux trois quarts ruiné par les convulsions tertiaires, la première lave de Gravenoire ne franchit guère le seuil de la Limagne et s'accumula d'abord sur place, en profondeur; puis le flot recommença (p. 17), et sans doute franchit alors la passe jusqu'à Boisséjour [1], — mais en même temps Montjoli et Beaumont jouèrent leur rôle de soupapes de sûreté, tandis que simultanément s'abattait peu à peu l'édifice miocène [2]; et alors, le volcan s'arrêta net dans son invasion; ensuite, enlizé dans ses propres déjections, il ne donna plus que quelques « débordements » sans importance (p. 19).

Les coulées des cheminées basses, plus abondantes naturellement

1. Déjà Charade avait, dans des conditions analogues, effectué bien auparavant une coulée dont les vestiges actuels ont encore 60 m. de hauteur (p. 13).

2. C'est-à-dire le jeu complet des failles nord-sud à répétition, avec affaissement progressif par redans en allant vers l'est (p. 13, 14, 15, et fig. 5, 7, 9, 13).

que celles de Gravenoire, suivirent (p. 17) tout droit le tracé de la vallée est-ouest, sauf quelques variantes inhérentes aux failles transversales voisines (faille de Beaumont) et aussi aux inégalités ou fissures accidentelles du sol ; cette vallée est-ouest avait alors des bords assez escarpés et une grande profondeur (p. 18 et 19 et fig. 12).

b, — « *La faille nord-sud de Gravenoire était insuffisante pour donner lieu d'elle-même à une forte éruption* ».

Dans la plupart des endroits où l'on signale sa coupe en travers, cette faille se borne à un simple plan séparatif de glissement (p. 11 et 12) ; une seule exception (légère) se constate à Champeaux (p. 12-5°), et là précisément l'*élargissement ne contient pas trace de matières volcaniques* et se trouve simplement rempli de débris du terrain primitif !

Donc, il n'y a pas de doute : la « *faille limitative ouest de la Limagne* » n'a pu, d'elle-même, donner naissance qu'à des fumerolles et à des sources minérales. Au surplus s'il en avait été autrement, elle se trouverait jalonnée par des brèches éruptives en plus grand nombre ; il est vrai qu'on y observe quelques traces de scories *stratifiées en pente vers la Limagne* (p. 11-1° et p. 23), mais ces dépôts relativement récents résultent plutôt de l'entraînement au bas de la falaise granitique, par les eaux pluviales ou les vents, des matières pulvérulentes ou légères jetées à profusion en couverture sur le sol supérieur par la pléiade de petits volcans alignés de Ternant à Chanat et plus loin vers le nord (noter que l'on n'observe ces dépôts qu'entre Durtal et Volvic).

Nous ne saurions sur ce point admettre la version de M. Glangeaud (p. 12, 18, 23) : la sortie des laves et des projections ne s'est pas faite par cette cassure nord-sud, laquelle nous paraît n'avoir été qu'un simple écho de la grande faille véritable jalonnant toute la ligne de faîte des puys de Clermont-Ferrand. *La cause déterminante* de ces éruptions de Gravenoire, de Beaumont, etc., égarées jusque dans la Limagne, ce sont des cassures transversales, — ou mieux, c'est l'action combinée de ces deux systèmes de cassures nord-sud et est-ouest.

Ce fut aussi probablement par cette même cause que naquit antérieurement le volcan de Charade (p. 7, 12 à 15).

M. **Giraud** tient à faire remarquer que depuis le début de l'Oligocène la Limagne n'a cessé de se comporter comme un synclinal ou même comme une aire géosynclinale, en voie continuelle d'affaissement. Dans les environs de Gravenoire, les failles, très nombreuses, sont toutes orientées entre nord et nord-ouest ; les failles transversales est-ouest, d'ailleurs très rares dans la Limagne, ne semblent pas exister à Gravenoire.

Séance du 21 Avril 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. Victor **Vermorel**, Directeur de la Station viticole, à Villefranche (Rhône), présenté par MM. Depéret et Delafond.

Le Président donne ensuite la parole à M. L. Duparc pour la conférence annoncée.

M. L. **Duparc**. — *Une exploration géologique dans l'Oural du Nord.*

La région parcourue est située dans le gouvernement de Perm, district de Solikamsk ; elle comprend le cours et le bassin supérieur de la Koswa. Sa limite sud passe par le village de Troitsk sur cette rivière ; vers le nord, elle ne dépasse pas les sources de la rivière Tilaï ; vers l'est, elle se tient à quelques kilomètres au-delà de la ligne de partage des eaux asiatiques et européennes ; vers l'ouest enfin, elle coïncide avec une ligne passant par Troitsk et Verkh-Koswa. En cheminant de l'ouest vers l'est, à partir d'un point situé sur la Koswa entre les deux localités indiquées, on croise les formations suivantes, distribuées par zones.

1) *Première zone dévonienne.* — Développée sur les deux rives de la Koswa et formant des crêtes boisées dont l'altitude ne dépasse pas 700 mètres. On y rencontre des conglomérats quartzeux à petits éléments, alternant avec des quartzites et schistes argileux. La direction générale est sensiblement nord-sud avec plongement vers l'est. Toute la formation est fortement plissée, les plis déjetés vers l'ouest. Les pénétrations de roches éruptives y sont nombreuses, à savoir, des gabbros à olivine variés, puis des porphyres granitiques accompagnés de minerai de fer.

2) *Zone des quartzites et conglomérats cristallins.* — Elle fait suite à la précédente et forme une longue chaîne, celle de l'Aslianka-Dikar Ostry, qui constitue le premier accident topographique important de la région. Le sommet principal dépasse 1300 mètres.

Elle est formée par des conglomérats quartzeux et des quartzites plus ou moins micacés, recristallisés et simulant de véritables schistes cristallins. Cette zone dessine un grand anticlinal également déjeté vers l'ouest, avec replis secondaires. Ces quartzites cristallins, bien que très analogues aux roches correspondantes de l'Oural du Sud classées par M. Tschernicheff dans le Dévonien inférieur, sont ici certainement plus anciens.

3) *Deuxième zone dévonienne.* — Formée par du Dévonien moyen flanqué de Dévonien inférieur. Elle constitue la chaîne moins élevée du Stschutschi qui vient à l'est de la précédente, et qui sépare les rivières Tepil et Tilaï. Elle se termine aux sources de Tepil et se réunit à la première zone dévonienne; celle des quartzites se terminant un peu au sud. Cette zone forme en somme un grand synclinal de Dévonien moyen avec ondulations secondaires, flanqué de Dévonien inférieur et déjeté vers l'ouest. En amont du confluent de Tepil, le Dévonien inférieur est étiré au flanc renversé du synclinal.

4) *Zone des schistes cristallins métamorphiques.* — Constituée par des schistes chloriteux séricitiques, etc., d'origine détritique, froissés, et plongeant vers l'est; leur âge est indéterminé; ils forment les crêtes boisées plus basses qui viennent à l'est de la précédente et qui se continuent du côté sud jusqu'à la ligne de partage.

5) *Zone des roches éruptives basiques.* — Formée par une série d'énormes boutonnières pénétrant dans la formation précédente. Elle forme les trois massifs de Koswinsky, Katechersky, Tilaï, dont la forme est toute spéciale, et dont la crête coincide, *pro parte*, avec la ligne de partage des eaux. Le Koswinsky (1500 mètres) est entièrement formé par la koswite, pyroxénite à olivine, dont les éléments sont soudés par un ciment de magnétite à forme granitoïde (structure sidéronitique). Des dunites massives, intrusives dans la formation précédente, se rencontrent sur deux points du Koswinsky. Ces roches massives, ultrabasiques, sont accompagnées d'une double formation filonienne, d'une part très basique (wehrlites, dunites filoniennes, diorites anorthiques), et d'une autre très acide (granulites filoniennes, albitites, plagiaplites). Le Katechersky, lui, est exclusivement formé par des gabbros ouralitisés des types les plus variés; quant au grand massif du Tilaï, il est formé en partie par des pyroxénites, en partie par des gabbros à olivine curieux et des gabbros diorites. On y trouve également des dunites massives, intrusives dans les pyroxénites.

A l'est de la chaîne des Koswinsky-Katechersky-Tilaï, vient encore une grande chaîne formée par des roches éruptives du

même type, celle du Kalpak-Soukogorsky, puis au-delà c'est la plaine lacustre de l'Oural sibérien, d'autant plus curieuse que, nulle part, on ne rencontre de vestiges d'une glaciation dans la région étudiée.

Ce qui frappe, c'est la grande différence que présentent les chaînes externes, qui viennent à l'ouest de la Koswa et qui sont formées par les rides régulières du Carbonifère et du Dévonien, sorte de Jura paléozoïque, en quelque sorte, avec la région des chaînes centrales qui montre une allure tout autre. Il est incontestable qu'ici le caractère des zones plissées est bien différent, et l'on peut se demander si les différentes parties de la chaîne sont réellement contemporaines ; en tout cas, il semble y avoir une grande uniformité dans la structure de l'Oural, à en juger par la comparaison de la région parcourue avec celle bien connue du Transsibérien dans l'Oural du Sud ; ici, il est vrai, les plis près de la ligne de partage sont déjetés vers l'est, mais ce n'est là qu'une disposition toute locale et les grandes lignes de la structure géologique restent les mêmes.

Le Président remercie M. Duparc d'être venu de Genève exposer devant la Société géologique les résultats si importants de ses explorations.

M. **H.-E. Sauvage**. — *La faune ichthyologique des calcaires lithographiques de la province de Lérida, Espagne.*

A la base de l'étage kimeridgien on trouve, aussi bien en Bavière que dans le Bugey, des calcaires lithographiques qui ont fourni de nombreuses empreintes de Poissons; tels sont les gisements si connus de Solenhofen, en Allemagne, de Cerin en France.

Ce niveau à Poissons n'est pas particulier à la Bavière et au Bugey; M. Luis Vidal a découvert, en effet, à Mont Sech, village de Santa Maria de Meja, province de Lérida, des calcaires lithographiques qui ont fourni des Poissons et des végétaux.

Les Poissons jusqu'à présent recueillis dans cette localité sont au nombre de 8 espèces, savoir : *Lepidotus* sp., *Lepidotus* n. sp., *Caturus* n. sp.; *Microdon* aff. *Egertoni* Thiollière, *Propterus* n. sp., *Leptolepis Voithi* Agassiz, *Æthalion*, deux espèces nouvelles.

Parmi ces espèces, *Leptolepis Voithi* est caractéristique des calcaires lithographiques de Bavière (Solenhofen, Kelheim). Un *Lepidotus*, en trop mauvais état pour être identifié avec certitude,

rappelle *L. Itieri* Thiollière, de Cerin, dans le Bugey; le *Lepidotus* d'espèce nouvelle est voisin de *L. notopterus* Agassiz, de Bavière et du Bugey. Un *Microdon* est voisin de *M. Egertoni* Thiollière, dont il est, peut-être, le jeune âge. Le genre *Æthalion*, qui n'était encore connu que par deux ou trois espèces de Bavière et du Bugey, est représenté en Espagne par deux espèces, dont une est remarquable par sa grande taille.

Les affinités de la faune ichthyologique des calcaires lithographiques de la province de Lerida sont, on le voit, avec celle de la Bavière et du Bugey; or, nous savons que ces deux régions ont des espèces communes. Il y a plus : M. Vidal a recueilli à Santa-Maria-de-Meja des végétaux qui ont été étudiés par M. Zeiller; parmi ces végétaux le *Plagiophyllum cirinineum* Saporta, caractéristique de la flore du Bugey, se trouve dans les calcaires lithographiques de la province de Lérida. L'assimilation de ces calcaires avec ceux de Bavière et du Bugey est, dès lors, complète.

M. J. **Repelin**. — *Observations au sujet du mémoire de M. Michalet sur le Cénomanien des environs de Toulon et ses Echinides* [1].

Nous avons lu, avec grand intérêt, dans un précédent Bulletin, le mémoire de M. Michalet. Nous devons toutefois présenter quelques observations en ce qui concerne : 1° la partie stratigraphique; 2° la question du Gardonien.

Nous avons étudié récemment le Cénomanien des environs de Toulon dans le but de connaître la position exacte du Gardonien dans la série cénomanienne et de recueillir des fossiles dans les couches saumâtres. Le résultat de nos recherches sera consigné en détail dans un mémoire, actuellement à l'impression, et comprenant huit planches hors texte, où seront figurées toutes les espèces que nous connaissons dans le Cénomanien saumâtre ou d'eau douce du Midi de la France.

Nous nous bornerons donc à deux observations.

1° Nous n'avons trouvé nulle part de petits lambeaux cénomaniens *égarés comme perdus au milieu de l'Urgonien*. En particulier celui que décrit M. Michalet (*loc. cit.*, p. 585) et qu'il considère comme le plus important gisement que l'on connaisse, avec celui de Tourris, n'est pas isolé du reste des affleurements de même âge qui forment ceinture autour du Crétacé supérieur du Caoumé. Tous les gisements s'alignent sur la bordure d'un synclinal faillé de

1. *B. S. G. F.*, (4), I, 1901, p. 574.

Crétacé supérieur orienté est-ouest et bien indiqué sur la feuille géologique au 1/80.000 de Toulon. Quelques petits accidents secondaires, tels que des cassures produisant une petite dénivellation, ne sont pas figurés sur la carte. Les deux grandes failles d'étirement, qui limitent au nord et au sud ce synclinal, ne sont pas figurées non plus.

Les gisements gardoniens se présentent donc, sur tout le pourtour du synclinal, mais surtout au nord, suivant le tracé même de la faille d'étirement. Les disparitions momentanées des couches saumâtres au contact du Cénomanien et de l'Infracrétacé sont dues justement au phénomène tectonique. Si bien qu'en certains points le Gardonien paraît entouré d'Urgonien, mais, en réalité, il butte par faille contre les bancs à Réquiénies, avec interposition de bauxite, et supporte toujours les couches du Crétacé supérieur du Caoumé.

2° En ce qui concerne la faune, il y a en effet de nombreuses *Melania sulcorugata* Cossmann (et non *subcorrugata*), mais nous n'avons jamais trouvé trace de dépôts d'eau douce, nous n'avons jamais recueilli ni *Cyclas*, ni *Unio*, ni même *Melanopsis*, mais de très nombreuses Cyrènes, des Huîtres, des Potamides, etc., etc.

La présence, en Provence, de couches d'eau douce appartenant au Cénomanien serait un fait très important, en ce qu'il nous permettrait une assimilation plus complète avec les formations de même âge du Sarladais et du Gard (Saint-Paulet).

Séance du 5 Mai 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président annonce deux présentations.

Le Président annonce que, depuis sa dernière réunion, la Société a perdu un de ses membres les plus éminents. M. **Henri Filhol,** membre de l'Institut, professeur d'Anatomie comparée au Muséum d'Histoire Naturelle, a été enlevé à l'affection des siens le 28 avril 1902. Il était membre de la Société depuis 1876 et avait publié dans nos Mémoires un de ses plus beaux travaux. Il s'était fait un nom parmi les paléontologistes de notre pays par ses grandes monographies consacrées aux Mammifères des Phosphorites du Quercy. La Société géologique s'associe au deuil qui frappe si prématurément la famille de M. Filhol et le monde savant.

M. de Lapparent dépose sur le bureau, de la part de l'auteur, M. **L.-A. Fabre**, une brochure intitulée : *L'érosion pyrénéenne et les alluvions de la Garonne* (Extr. Ann. Géog.).

M. **Canu** dépose sur le bureau, pour la bibliothèque de la Société, un exemplaire de l'*Essai de paléogéographie* qu'il a publié en 1898.

M. **A. Guébhard** présente à la Société une expérience de physique due à M. le Professeur Tito Martini, de Venise [1], qui non seulement fournit une image curieuse du mécanisme éruptif de la production des appareils volcaniques, mais encore appuie d'un argument expérimental nouveau les objections depuis longtemps faites à la théorie des soi-disant « cratères de soulèvement. »

Lorsqu'on chauffe vivement dans une large capsule, d'un litre environ, une quantité assez grande d'une poudre fine très hygro-

1. Nuove ricerche intorno al fenomeno del Pouillet (calore che si svolge nel bagnare le polvere). *Atti del r. Ist. veneto di Sc., L. ed Arti*, t. LIX, p. 649, 1900.

métrique, telle que la silice précipitée [1] ou la poussière de charbon [2], préalablement saturées de vapeur d'eau ou de gaz occlus, par une longue exposition dans une atmosphère surchargée, il suffit, au moment où l'on voit commencer à la surface un léger dégagement général de vapeurs, de retourner avec une spatule la poudre en expérience et de ramener ainsi au contact de la paroi chaude les parties non encore desséchées, et *vice versâ*, pour voir naître, particulièrement le long de la ligne de fracture déterminée dans la masse par la spatule, de véritables séries d'éruptions volcaniques en miniature, qui, sous l'influence du dégagement canalisé des vapeurs et gaz, projettent parfois jusqu'à une dizaine de centimètres de haut des jets de poussière, dont l'émergence et la retombée reproduisent avec la plus grande exactitude, dans tous leurs détails (sauf, bien entendu, ceux qui plus spécialement dépendent de l'état de fluidité ou de température des laves), les circonstances mécaniques ou structurales du volcanisme terrestre ou sélénique. On voit naître et disparaître les cratères, surgir et s'effondrer les cônes, se déplacer, se dédoubler ou fusionner les bouches, qui, une fois éteintes, laissent en place l'image typique d'un petit paysage lunaire. Entre-temps la formation d'un grand cône, par déjection et non par soulèvement, puis son creusement en cône inverse le long de la cheminée, sa large déchirure sur un de ses bords, et la reformation centrale d'un cône nouveau, montrent toute la genèse naturelle des *remparts cratériformes* avec *atrium*, auxquels sert de type classique la *Somma* du Vésuve.

Ici, un brusque effondrement, sur quelque cavité interne, donne naissance à une sorte de cratère négatif, momentanément inférieur au ras du sol. Ailleurs [3], des bouches franchement obliques montrent qu'il ne faut pas rejeter absolument la possibilité naturelle de cette modalité d'éjection [4]. Fréquemment on voit un redoublement d'intensité de l'éruption, ou la naissance de bouches adventives, amener la destruction de l'édifice antérieurement

1. Les recherches de M. Tito Martini ont montré que la silice précipitée anhydre absorbait jusqu'à 80 °/₀ de son poids de vapeur d'eau.

2. Presque exactement en même temps que M. Tito Martini, un observateur français, M. P. Martaud, remarquait sur la poudre de charbon et publiait dans *La Nature* (t. LIII, p. 102, n° 1364, 15 juillet 1899) le phénomène que présente au plus haut degré la poudre blanche siliceuse.

3. Il est vrai de dire que ces deux derniers cas ne se présentent guère que si, par l'addition de quelques gouttes d'eau, l'on a préalablement déterminé quelques grumeaux et manques d'homogénéité dans la masse sableuse.

4. N'est-ce pas à une projection oblique de ce genre, presque horizontale, qu'a été dû le désastre du 8 mai, à la Martinique ? (*Note ajoutée pendant l'impression*).

élevé sur plusieurs centimètres de haut et réaliser la comparaison qu'a faite Palmieri du Volcan avec Saturne dévorant ses propres enfants. « Si, d'autre part, dit M. Tito Martini, l'on réfléchit à la grande masse de silice et de silicates que renferme la croûte de la terre et à leur très grand pouvoir hydrophile, peut-être en pourrait-on tirer argument pour expliquer quelques-uns des phénomènes qui se produisent dans le grand laboratoire de la Nature. C'est ainsi que le pouvoir hydrophile de la terre végétale (étudié par l'auteur dans son mémoire) explique le fait très connu qu'une petite pluie, survenant sur un terrain brûlé par le soleil, le fait *rebouillir*, comme on dit couramment en Toscane... »

Sans vouloir exagérer la valeur explicative de la jolie expérience de M. Tito Martini, il est certain qu'elle présente un moyen facile de reproduire en petit, et par conséquent d'étudier expérimentalement, dans leurs principaux détails physiques, des phénomènes qui ont de tout temps paru mériter de fixer l'attention de la Société géologique.

M. **A. de Grossouvre**. — *Sur le prétendu dépôt miocène de Ville-Sauvage, près Étampes.*

Jusqu'à ce jour, on a généralement rapporté aux sables de la Sologne un dépôt sableux, situé à l'altitude de 149 m. et traversé par la route de Paris à Orléans, au sud d'Étampes, près de la ferme de Ville-Sauvage ; il repose sur le calcaire de Beauce.

J'ai visité tout récemment ce gisement et, dès les premiers instants, j'ai été frappé par le contraste qu'offre sa composition minéralogique avec celle des sables de la Sologne. Au point de vue de la grosseur des éléments, la différence est caractéristique : les grains de quartz y sont de dimensions très variables et atteignent parfois un volume assez considérable : j'en ai recueilli un qui a plus de quatre centimètres. Or, d'après tous les géologues qui ont étudié les sables de la Sologne, ces derniers sont « régulièrement calibrés ; leur taille est celle d'un grain de riz et s'élève rarement à celle d'une noisette ».

De plus, le dépôt de Ville-Sauvage, outre des galets de quartz laiteux blanc, en contient d'autres de silex crétacés, de chailles jurassiques, de grès ladères..., tandis que les sables de la Sologne sont « exclusivement quartzeux et feldspathiques ». En effet, partout où l'on peut voir les couches *in situ*, non remaniées, on y constate l'absence de galets de silex ; on n'en observe aucun dans les lits sableux, mis à découvert par les exploitations de glaises, si nombreuses en Sologne, et les sondages n'en ont jamais

ramené au jour. Si l'on rencontre cependant à la surface d'assez nombreux silex, c'est que le sol est formé, en partie, par les débris d'un cailloutis pliocène, dont j'ai signalé, en 1897, l'existence sur les parties culminantes de la Sologne : il s'y trouve à des altitudes variant de 150 à 160 m. et renferme des galets de basalte. J'ai reconnu ce même cailloutis sur les hauteurs qui dominent la vallée de la Loire (cote 170 à 184), entre Gien et Briare, où il a été confondu avec les sables de la Sologne [1], mais là encore la présence de galets de basalte exclut toute incertitude.

Nous avons donc certainement à Ville-Sauvage, non un représentant des sables de la Sologne, mais la suite des dépôts pliocènes dont je viens de parler : l'analogie de la composition minéralogique le démontre amplement, et une étude plus détaillée permettra de retrouver de nouveaux termes de cette assise, épars à la surface du plateau de la Beauce.

Nous sommes ainsi conduits à penser que les sables granitiques superposés, au nord d'Étampes, aux argiles à meulières, ne doivent pas tous être assimilés aux sables de la Sologne, mais qu'ils peuvent appartenir en partie au diluvium pliocène : on arrivera à découvrir qu'eux aussi sont associés à des silex crétacés et à des chailles jurassiques.

En tout cas, une conclusion importante découle des observations précédentes : les graviers provenant de l'érosion du Plateau Central, qui arrivaient par la haute vallée de la Loire, entraînant avec eux les chailles jurassiques, les silex crétacés, les poudingues et les grès ladères, se déversaient encore, au Pliocène, directement vers le nord-ouest, dans le bassin de Paris ; l'ouverture de la vallée actuelle de la Loire, en aval de Gien, n'avait pas encore eu lieu : elle est de date relativement très récente.

M. **G.-F. Dollfus** n'est pas surpris que M. de Grossouvre ait trouvé à Ville-Sauvage des cailloux roulés de silex et de quartz dans les sables granitiques culminants. Il a eu l'occasion de rencontrer bien souvent des cailloux dans les sables de la Sologne dont il poursuit l'étude depuis près de quinze ans. Il n'est pas étonnant qu'un dépôt aussi vaste présente des modifications de faciès ; il renferme des silex du Sénonien dans la Seine-Inférieure, des blocs de meulière de Beauce dans l'Eure et aux environs de Paris, etc.

Dans une étude récente, pour reconnaître la limite est de la formation de la Sologne, publiée dans le rapport des collaborateurs de la Carte géologique pour 1900, et dont la suite va paraître très

1. Ils avaient été marqués P par M. Douvillé sur la feuille de Gien

prochainement dans le rapport de 1901, M. G. Dollfus a montré que les sables de la Sologne deviennent franchement graveleux dans la région supérieure du Loing, de Montargis à Gien et à Briare. En remontant la vallée de la Loire vers leur point d'origine, il y a trouvé successivement mêlés : des silex crétacés, des chailles jurassiques, des grès triasiques. Mais jamais, en aucun cas, de débris basaltiques, fait qui avait déjà frappé les anciens observateurs, comme Boulanger et Bertera, Pomel, etc. L'opposition de composition entre les sables de la Sologne, situés sur les plateaux, et les sables des terrasses, et du val de la Loire et de l'Allier, est saisissante. Elle s'accroît quand on remonte la vallée de l'Allier, et, par exemple, à Moulins, le sable des plateaux chargé de cailloux de quartz, est exclusivement formé de grains blancs et grisâtres, nettement en opposition avec les sables du val de l'Allier, formés de grains rouges et noirs ; on peut même s'étonner que ces alluvions aient pu avoir le même bassin originel. En Sologne, loin du rivage, sur une surface vaste et tranquille, les sables se sont déposés par lits interstratifiés avec des argiles fines, plus ou moins sableuses, qui n'existent pas dans la zone des courants rapides.

La présence de cailloux dans le dépôt de Ville-Sauvage n'empêche pas de classer les sables granitiques qui les renferment au niveau des sables de la Sologne, et on peut les suivre exactement, pied à pied, sur le grand plateau de Beauce, depuis leur type orléanais et sans incertitude ; l'ancienne carte de Fontainebleau n'a indiqué qu'un petit nombre des lambeaux qui jalonnent cette jonction, et ils se répandent abondamment sur le plateau de la feuille de Melun, publiée en 1895, et là, partout où ils sont marqués, M. G. Dollfus les a précisément constatés.

M. **M. Boule**, répondant à une observation de M. Munier-Chalmas, croit pouvoir rappeler qu'il a été un des premiers à démontrer que beaucoup de nos vallées actuelles remontent au-delà de l'époque quaternaire, contrairement à ce qui était enseigné naguère dans les cours les plus officiels. Mais il ne connaît pas dans le Bassin de Paris des vallées miocènes *concordant avec les vallées actuelles*. Il prie M. Munier-Chalmas de vouloir bien lui citer les endroits où tout a été enlevé jusqu'à la Craie.

M. **G. Ramond** rappelle qu'il a signalé sur le tracé des aqueducs de la Vanne, du Loing et du Lunain, près de La Padole (commune de Soisy-sur-École, S.-et-O.), à une vingtaine de kilom. à l'est d'Étampes, un dépôt sableux, *au-dessus* du calcaire *aquita-*

nien de Beauce (C. R. Congrès Soc. savantes, 1899, p. 143). Il n'y a pas d'éléments feldspathiques dans cette assise.

Il paraît s'agir, en ce point, d'une formation due, en partie, à un transport par le vent de sables quartzeux et micacés, empruntés aux sables *stampiens* de la région désertique de la forêt de Fontainebleau et environs, à l'*époque pléistocène*. Il est probable que le relief topographique était, à cette époque, sensiblement le même qu'aujourd'hui.

Bien des lambeaux, considérés comme « sables granitiques », ont sans doute une origine analogue.

M. Ph. **Glangeaud.** — *Réponse à la note de M. Dupin.*

Dans mon mémoire sur le volcan de Gravenoire, j'ai montré que ce volcan était installé sur la grande faille occidentale nord-sud de la Limagne, M. Dupin *imagine* une seconde faille perpendiculaire à la précédente par laquelle seraient sorties les laves. C'est là, à mon avis, une hypothèse toute gratuite, qu'on ne pourra jamais vérifier, même si la faille existait, car les laves la recouvriraient complètement. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire d'imaginer une telle faille pour la sortie des laves.

SUR LES ANALOGIES DES FAUNES FOSSILES DE LA PERSE AVEC CELLES DE L'EUROPE ET DE L'AFRIQUE

par M. **H. DOUVILLÉ** [1]

M. Douvillé a étudié la faune du terrain nummulitique de Soh (Perse, entre Kachan et Ispahan), d'après les échantillons recueillis par M. de Morgan ; il y a reconnu *Numm. lævigatus*, lisse, race grande et plate, et la variété *tuberculata* plus petite, *Assilina spira* et *subspira*. Ces formes sont associées à une faune ayant beaucoup d'analogie avec celle du Calcaire grossier parisien, grande *Ovule*, *Cypræ̂dia sulcosa*, très grandes *Lucines* du groupe de la *gigantea*, *Terebellum convolutum*, *Xenophora* collectionnant exclusivement les Nummulites et les Assilines, *Ostrea flabellula*, etc. Elle com-

1. Cette communication a été jointe à la note du 17 mars 1902, p. 207.

prend en outre quelques formes de l'Eocène moyen de l'Aquitaine (*Conoclypeus*, *Vulsella falcata*) et du Vicentin (*Velates Schmiedeli*). Une faune analogue, mais sans Nummulites, a été retrouvée dans le Louristan, à Derré i Nassab.

Les analogies que l'on peut signaler entre les diverses faunes fossiles de la Perse et celles de la région mésogéenne de l'ouest de l'Europe et de l'Afrique sont, du reste, très nombreuses ; elles mettent bien en évidence la persistance d'une dépression marine continue dans la zone méditerranéenne, et se prolongeant à l'est jusque dans l'Inde. Les grands *Syringothyris* du calcaire carbonifère inférieur de l'Elbours rappellent ceux de la région d'Igli (Sud Oranais). Au nord du pays des Bactyaris, M. de Morgan a retrouvé les couches à *Fusulinella sphærica* de l'Arménie russe, qui renferment ici le curieux genre *Amblysiphonella*, trouvé d'abord par M. Barrois dans le Carboniférien supérieur des Asturies et décrit ensuite par Waagen, du niveau moyen du calcaire à *Productus* du Salt Range. La même localité a fourni un Trilobite qui ne diffère que par la taille du *Pseudophillipsia elegans* du Permien de Sicile.

Au-dessus, les couches à *Acanthoceras* cf. *Martini* et à *Parahoplites*, par lesquelles le terrain crétacé débute, rappellent tout à fait les formes de l'Aptien et de l'Albien inférieur du Midi de la France ; l'Albien supérieur renferme le *Puzosia* cf. *Denisoni*, déjà signalé dans l'Inde et la Roumanie. Le Cénomanien a fourni sa faune habituelle d'Ammonites. Le Turonien n'est pas nettement indiqué et il est probable que les couches à *Biradiolites* et à grandes *Loftusia* correspondent plutôt au Santonien du Midi de la France.

M. Gauthier a déjà signalé les affinités algériennes des Echinides, si abondants dans les couches du Crétacé supérieur. On y rencontre aussi l'*Hipp. cornucopiæ* et les *Omphalocyclus*, qui se retrouvent dans le Dordonien supérieur de l'Europe, tandis que le genre *Ornithaster* indiquerait probablement, comme en Europe, la présence du Danien.

SUR L'AGE

DES

CALCAIRES A *HELIX* (*TACHEA*) *SYLVANA* VON KLEIN

par M. L. ROLLIER [1].

Tous les auteurs allemands ont admis avec Sandberger, et pour ainsi dire sans contrôle stratigraphique, que *Helix* (*Tachea* ou *Macularia*) *sylvana* v. Kl. est caractéristique du Miocène supérieur (faunes d'Œningen, de Sansan, etc.). Cette espèce n'est guère citée en France, où avec raison l'on s'en tient plus généralement aux espèces de Noulet, *H. Larteti* et *H. Leymeriana* du Miocène supérieur du Gers et de la Haute-Garonne, ainsi qu'à l'espèce de Manthelan, *H. Turonensis* Desh., qu'accompagne *H.* (*Campylæa*) *extincta* Rambur. Dans sa monographie des Mollusques tertiaires terrestres et fluviatiles de la Suisse, Maillard a, par contre, décrit de nombreuses formes du Miocène supérieur de Suisse, qu'il a rapportées soit à *H. sylvana*, soit à *H. Larteti* ou à *H. subvermiculata* Sandb., tout en avouant qu'il a eu beaucoup de peine à séparer ces espèces. Il a par contre rattaché les *Tachea* de la molasse oligocène à l'espèce de Mayence, *H. Moguntina* Desh. Ceci n'est pas mal, autant qu'il est possible de bien saisir sur des moules, souvent déformés, les caractères distinctifs délicats d'espèces ou de mutations si voisines que les *Tachea* en question. Le problème se complique encore par l'existence de variétés ou de formes dans l'espèce d'un gisement déterminé (var. *minor*, etc.), à tel point que l'on peut se demander si ces *Tachea* oligocènes et miocènes d'Europe ne forment pas une seule et même espèce soumise à des variations de taille et de forme dans leur dispersion horizontale ou géographique, puis à des mutations dans le temps, qu'on a prises à tort pour des caractères spécifiques. Quoi qu'il en soit, l'on est frappé par la ressemblance de *H. sylvestrina* v. Ziet. de Steinheim (sûrement du Miocène supérieur) avec *H. Turonensis* et *H. Larteti*, par la grosseur de la coquille, le test épais, la hauteur de la spire, le nombre des tours, la forme de la bouche, etc., tandis que *H. sylvana*, beaucoup plus aplatie, à ouverture plus allongée et plus

1. Cette note a été présentée à la Société par M. G.-F. Dollfus.

oblique, est beaucoup plus voisine de *H. Moguntina* Desh. Cette considération [1] m'a fait rechercher la position exacte du niveau de Mörsingen (ouest d'Ulm), qui est le gisement typique de *H. sylvana* de von Klein. La question stratigraphique m'a conduit à des conclusions très différentes pour l'âge des Hélices et des couches en question, c'est-à dire des « *Sylvanakalke* », à ce que l'on admet comme parfaitement démontré dans tous les manuels de géologie et de conchyliologie fossile.

J'ai publié une notice préliminaire sur l'âge des calcaires à *H. sylvana* des environs d'Ulm [2] et mes conclusions ont eu l'honneur d'une critique très détaillée pour la partie paléontologique par le Dr K. Miller, de Stuttgart [3].

Pour la stratigraphie et la géognosie du Wurtemberg, le professeur E. Koken de Tübingen a cru pouvoir réfuter mes conclusions dans une note parue dans le même recueil où il a eu la bonté d'insérer ma notice préliminaire [4]. C'est cette dernière réfutation que je désire prendre ici en unique considération, attendu que les conclusions paléontologiques en dépendent absolument, et que M. Miller n'apporte aucun argument contre ma manière de voir. Il dit seulement qu'il ne croit pas à l'exactitude de mes observations à Hoppetenzell près Stockach, et me reproche de ne pas connaître *Cyclostoma consobrinum* Sandb. [5] des calcaires à *H. sylvana*, que je dois confondre avec *C. bisulcatum* v. Ziet. des calcaires à *H. rugulosa* et à *H. crepidostoma* de la base de la série tertiaire wurtembergeoise. Que M. Miller se rassure, je ne pense pas [lors bien même que je confondrais les deux Cyclostomes en question] que l'âge miocène des calcaires à *H. sylvana* et *C. consobrinum* soit fixé par le fait qu'ils sont situés un peu plus haut dans la série tertiaire du Wurtemberg que les calcaires à *H. rugulosa*, et ceux à *H. crepidostoma* de l'Oligocène inférieur ou moyen. Il faut faire intervenir dans la question la position stratigraphique de la molasse marine à *Ostrea crassissima* Lam. (= *O. gryphoides* v. Ziet.) dans la série tertiaire du Wurtemberg. C'est à ce sujet que les observations sont imparfaites et mal interprétées, comme les cartes géologiques actuelles de ce

1. Voir l'opinion analogue de M. G.-A. Dollfus. *B. S. G. F.*, (3), XV, pp. 179 et suiv.
2. *Centralblatt für Mineralogie*, Jahrgang 1900, pp. 89-91.
3. *Ibidem*, Jahrgang 1901, pp. 129-133.
4. *Centralblatt für Min.*, Jahrg. 1900, pp. 145-152.
5. Land. und Süsswasser-Conchylien d. Vorwelt, p. 606, tab. 29, fig. 33 et 33 *a*.

pays le font voir, et c'est sur ce point que les recherches doivent avant tout porter.

M. le professeur Koken a étendu le champ de la discussion, que j'avais d'abord restreint aux environs d'Ulm et à Hohenmemmingen, où les calcaires à *H. sylvana* constituent sûrement le même niveau stratigraphique, et que je comparais avec la série molassique de la Suisse. Il a étendu le champ de la discussion au Ries (environs de Nördlingen), où des calcaires lacustres remarquables (calcaire à *H.* (*Tachea*) *platychelodes* Sandb.), à ossements de Palmipèdes et d'Échassiers, comparables à ceux de Steinheim près Heidenheim [1], recouvrent les épanchements et les tufs volcaniques, sur lesquels l'attention a été vivement attirée dernièrement par M. le professeur W. Branco [2], et qui sont très probablement d'âge miocène supérieur ou d'Œningen. Il a fait en outre remarquer que les gypses du Hegau, d'après d'anciennes observations [3] ont livré des Mollusques rapportés à ceux des calcaires à *H. sylvana* [4], et que, par conséquent, ces derniers sont également d'âge miocène supérieur. Il partage ainsi l'opinion générale que la série supra-miocène du pied de l'Albe est représentée par des faciès variés, des poudingues, des gypses, des tufs volcaniques, des molasses, des calcaires lacustres (ce qui est fort exact jusqu'ici du reste), mais auxquels il ajoute les marno-calcaires et les sables molassiques *sans* galets, sans Oncophores, sans *Melantho varicosa*, sans *Dinotherium*, des environs d'Ulm. En outre, à Dischingen, près du Ries, on a observé les calcaires à *H. sylvana* en tout semblables à ceux de Hohenmemmingen *sur* la molasse marine à *O. crassissima*.

J'avoue que ce dernier argument venant d'un confrère aussi aimable que sincère et compétent m'avait troublé dans ma conviction faite aux environs d'Ulm, et je remis la suite de la discussion à un nouvel examen des localités citées à l'encontre de mes conclusions. J'ai dit dans ma notice préliminaire que la molasse marine [5], dont je distingue le calcaire grossier du Randen comme faciès spécial, et comme étant du reste plus récent que le

1. O. Fraas. Die Fauna von Steinheim, 4°, Stuttgart, 1870.

2. W. Branco. *Abhandlung. der kön. Akademie der Wissensch. zu Berlin*, vom Jahre 1901.

3. *Neues Jahrbuch für Mineralog.*, 1857, p. 28 et *seq.*; *Ibid.*, 1832, pp. 444-445; *Mém. Soc. hist. nat. de Strasbourg*, t. I, 1830.

4. Sandberger. Land- und Süsswasser-Conchyl. der Vorwelt, p. 628 et suiv.

5. P. 91 de l'article en question : « Der Muschelsandsteinzug (Burdigalien und Helvétien) von Ueberlingen-Baltringen hat nördlich der Donau (und W. von Ulm) keinen Ausläufer »....

grès coquillier, ne dépasse pas actuellement le Danube à l'ouest d'Ulm, parce que les géologues wurtembergeois considèrent à tort les molasses sans fossiles du Tautschbuch, de l'Emmersberg, etc. (= molasse d'Aarwangen, ou molasse oligocène), comme faciès de la molasse marine miocène; mais la *mer* miocène qui, à une époque un peu plus récente que celle du grès coquillier et de la molasse de Lausanne (Burdigalien Depéret), a déposé le calcaire grossier du Randen, de Winterlingen, du Breitenstein (au sud de Kirchberg) sur le bord septentrional de l'Albe, de Beimerstetten, etc., n'a certainement pas connu le Danube comme limite de son extension vers le nord; elle a recouvert à peu près toute l'Albe actuelle. C'est ce que j'avais certes à la pensée en écrivant *Muschelsandstein*, et non pas mer miocène. Je maintiens donc, jusqu'à preuve du contraire par de nouvelles découvertes, que la molasse marine de Baltringen-Ueberlingen reste en falaise au sud du Danube, et ne dépasse pas le fleuve à l'ouest d'Ulm *sous ce faciès*, et à l'époque du Muschelsandstein. Ce n'est qu'à l'est d'Ulm (Rammingen, Niederstotzingen, Dischingen, etc.) que la molasse marine à sédiments alpins traverse le fleuve. Qu'il n'y ait donc plus aucun malentendu à ce sujet.

Quant aux soi-disant « *Sylvanakalke* » du Hegau, du Randen, etc., qui recouvrent la molasse marine à *O. crassissima*, je n'ai jamais eu dans l'idée qu'ils fussent autre chose que du Miocène supérieur. Mais ils diffèrent par tous les caractères stratigraphiques des véritables *Sylvanakalke*, qui reposent toujours sur la molasse oligocène et dont ils sont inséparables, ainsi que des calcaires à *H. crepidostoma*, à *H. rugulosa*, etc. (coupes du Tautschbuch, de l'Emmersberg, du Stoffelberg, de Hohenmemmingen, etc.). Partout où je les connais dans le Jura suisse, les calcaires lacustres du Miocène supérieur sont caractérisés par *H.* (*Tachea*) *Renevieri* Maill. et *H. Larteti* Noul., *H. Leymeriana* Noul. Il ne faut donc plus les appeler « *Sylvanakalke* ».

Examinons maintenant la coupe de Dischingen, où j'ai voulu vérifier la superposition des calcaires à *H. sylvana* sur la molasse marine. Ce que l'on voit à Dischingen [1], c'est une molasse marine

1. J'ai eu l'avantage d'être conduit dans toutes les sablières de Dischingen par un étudiant cand. de l'Ecole de mécanique de Hanovre, M. Rich. Bullinger, qui est originaire de Dischingen et connaît fort bien tous ses environs. Je suis heureux de lui témoigner ici ma reconnaissance pour toutes les indications qu'il m'a fournies. En outre, les fossiles de Dischingen que j'ai vus pour la première fois au Musée de Munich proviennent de M. Bergmüller, actuellement à Dischingen, qui n'a jamais vu non plus de Sylvanakalke sur la molasse marine.

très semblable à celle de la Chaux-de-Fonds, des Verrières, etc., adossée jusqu'au tiers inférieur contre les rampes jurassiques de cette vallée d'érosion (environ 30 m. d'épaisseur). Il y a parmi les grès grossiers des galets céphalaires de Malm, criblés de trous de Pholades, d'autres très décomposés provenant des calcaires oligocènes, des silex remaniés du Sidérolithique, des *Ostrea crassissima* Lam. et *O. giengensis* v. Schl., ainsi que d'autres espèces d'Huîtres voisines de *O. edulis* L., des *Pecten Herrmannseni* Dunk., *P. palmatus* Lam., *P. Islandicus* L., de nombreux moules de Bivalves, *Cardium præcellens* Mag., *Cardita Jouanneti* Bast. sp., etc., etc., des Balanes, *Terebratula grandis* Blum., le tout reposant sur le Malm marneux (Kimeridgien ou Weisser Jura γ et δ), et buttant contre le Malm dolomitique, bréchoïde (Weisser Jura ε), traversé par de nombreuses fissures à bolus sidérolithique. Sur les collines jurassiques (le Michelsberg, le Fünftel, etc.), à 80 ou 100 m. plus haut, vient la série oligocène avec les Sylvanakalke au sommet, reposant sans *molasse* marine sur le Jurassique supérieur.

Coupe de la vallée de Dischingen par le Michelsberg.

1, Terre et graviers d'éboulis, parmi lesquels des blocs de 4 et de 6; 2, Sables quartzeux vert pomme, sans fossiles; 3, Grès grossier, très fossilifère, à *O. crassissima*, galets à la base; 4, Calcaires lacustres à *H. sylvana*: 5, Marnes pisolithiques rouges. niveau de *H. Ramondi*; 6, Calcaire jurassique supérieur (Weiss. ε) bréchoïde, (les brèches, etc.); 7, Marno-calcaires en plaquettes jaunes (Weiss. γ-δ).

On a cité au pied du Michelsberg des calcaires à *H. sylvana* par-dessus les sables molassiques (Formsande, Pfannensande) fins, couleur vert pomme, etc. Fraas [1] indique même des blocs remplis de fossiles terrestres mélangés à la masse sableuse qui contient *O. crassissima*. Cette dernière observation peut être correcte, bien que je n'aie pas réussi à trouver des galets contenant *H. sylvana* ou d'autres fossiles des Sylvanakalke dans la molasse

1. Geognost. Beschreibung von Württemberg, etc., p. 160, in-8°, Stuttgart, 1882.

marine de Dischingen. Mais on ne trouve pas non plus des couches régulières renfermant des fossiles d'eau douce par-dessus les sables miocènes. Ce que j'ai vu, ce sont des blocs à *H. sylvana* répandus çà et là parmi de nombreux blocs et calcaires jurassiques, dans une terre ou lehm provenant du Sidérolithique, qui recouvre partout les dépressions entre les rocs jurassiques saillants. Ce sont des éboulis (Gehängeschutt), provenant du haut des collines, où les Sylvanakalke existent, comme à Hohenmemmingen, mais, *nulle part* des couches normales superposées aux sables miocènes.

La question des brèches jurassiques figurées comme tertiaires sur la carte détaillée du Wurtemberg ne saurait être traitée ici en détail. Disons seulement que ce ne sont le plus souvent que des rocs jurassiques (Weisser ε) désagrégés sur place, c'est-à-dire sur des écueils de Malm sortant de la mer miocène. L'alternative de Branco [1] sur la continuation en profondeur des brèches en rocs jurassiques est donc la plus vraisemblable. La molasse marine, bien qu'on n'ait pas encore vu le contact discordant avec le Malm, doit être adossée contre des falaises formées par ces rocs. C'est ce que l'exploitation des sablières laissera voir un jour. L'opinion contraire est que les brèches reposent sur les Sylvanakalke, qui eux-mêmes doivent reposer sur la molasse marine. Inutile d'insister sur le non fondé de cette superposition.

Les Sylvanakalke reposent donc toujours sur la molasse oligocène subordonnée aux autres calcaires oligocènes et forment ainsi partout une série concordante et ininterrompue. Nulle part on ne voit la molasse vindobonienne [2] venir s'intercaler entre les Sylvanakalke et les calcaires oligocènes moyens ou inférieurs. Les calcaires du Ries restent hors de cause, parce qu'ils ne répondent en rien aux Sylvanakalke.

Il est vrai qu'en dehors du bassin molassique proprement dit (Suisse et Bavière), il n'y a pas de localité (sauf peut-être Oggenhausen près de Nattheim que je n'ai pas eu le temps de visiter), où l'on puisse constater la superposition directe de la molasse vindobonienne sur les calcaires à *H. sylvana*. Mais c'est là le fait de la discordance de la molasse miocène sur la série oligocène et

1 Abhandlungen der k. Preussischen Akad. der Wissensch. zu Berlin vom Jahre 1901, p. 105, fig. 2.

2. J'emploie ici pour la molasse à *O. crassissima*, faute d'un meilleur, le terme de Vindobonien (2e étage méditerranéen) proposé par M. Depéret pour la partie inférieure qu'il désigne sous le nom d'Helvétien. J'exposerai ailleurs que le Burdigalien de M. Depéret est certainement l'Helvétien classique (Grès coquillier avec Molasse de Lausanne = Molasse de Fribourg, de Berne, p. p., de St. Gall, etc.).

des érosions qui ont eu lieu dans l'intervalle (étage helvétien ou burdigalien). La molasse vindobonienne contourne le pied des collines jurassiques avec couronnement d'oligocène et déborde sur le Jurassique là où l'Oligocène a été enlevé tout entier avant l'arrivée de la mer vindobonienne (nord et nord-est d'Ulm). Le Miocène est donc tout à fait transgressif sur l'Albe wurtembergeoise et il a été précédé d'érosions considérables dans une couverture générale de calcaires oligocènes dont les collines du Hochsträss, du Tautschbuch, du Bussen, d'Engelswies, de Hohenmemmingen, etc., sont des restes. Il y a plus, l'érosion prémiocène a entamé considérablement les calcaires jurassiques supérieurs, de manière à découper dans l'Albe des fjords qui, dans les environs de Dischingen, Altenberg, etc., ont été remplis subséquemment, jusqu'au tiers environ de leur profondeur, par les dépôts de la molasse marine vindobonienne. Dans les environs d'Ulm, on voit aussi la molasse marine contourner le pied des collines oligocènes, et butter contre les calcaires à *H. crepidostoma* [1].

En résumé, la molasse marine vindobonienne, en concordance de stratification avec le grès coquillier et la molasse de Lausanne dans le bassin helvéto-bavarois, se voit en ravinement :

1. De la molasse helvétienne et lausannienne, à Court (Jura bernois) et sur la ligne de Baltringen-Ueberlingen;
2. Des calcaires à *H. sylvana*, à Girlang, près d'Erschwyl, dans le Jura soleurois [2];
3. Des calcaires à *H. crepidostoma*, aux environs d'Ulm (Ermingen, Michelsberg);
4. Des calcaires à *H. rugulosa*, à Niederstotzingen;
5. Des calcaires pisolithiques rouges et verts à *H. Ramondi*, à Altenberg p. Hohenmemmingen;
6. Des calcaires jurassiques, à Dischingen, Jungingen, etc.

De même, le calcaire grossier du Randen, qui est un faciès tout à fait littoral et presque sans apport de sédiments molassiques, repose toujours en transgressivité sur les calcaires jurassiques du

1. Je dois à l'obligeance de M. le conseiller G. Wundt (Kön. Baurath) à Stuttgart la communication de ses observations personnelles faites lors de la construction du fort Prittwich à Ulm, et j'espère les publier plus tard avec le croquis qu'il a relevé en ce point.

2. Les calcaires à *H. sylvana* du Jura bernois sont très peu fossilifères. Il existe toutefois de très bons moules calcaires de *H sylvana* et de *H. inflexa* du village même de Liesberg dans la collection Greppin, à Strasbourg. Ce sont des originaux de Maillard rapportés par lui à *H. Moguntina* (*Moll. tert. terr. et fluv. de la Suisse*, p. 45, pl. 3, fig. 21).

Kimeridgien, du Séquanien, et même du Dogger au bord extrême nord de la mer miocène (collines tabulaires bâloises, argoviennes, Randen, Albe aux environs de Sigmaringen).

Dans tout ce territoire, on trouve comme représentants du Miocène supérieur du niveau d'Œningen les marnes rouges à *Helix* (*Tachea*) *Renevieri* d'Argovie, la gompholithe d'Argovie (Juranagelfluh), les marnes à gypse du Hegau, le bassin isolé de Steinheim, et sans doute les dépôts lacustres et de sources thermales (Confervenkalke) du Ries, ainsi que les dépôts de Kirchberg et de Günzbourg.

Il est important de signaler ici la découverte de *Helix* (*Campylæa*) *Steinheimensis* v. Kl., la variété moyenne de *H. insignis* Schüb. si bien décrite et figurée par M. R. Miller [1], dans les sables à *Dinotherium* de la colline du Vêlé à Court (Jura bernois) [2], et par Maillard [3], où elle figure sous le nom de *H. inflexa* Klein.

La même espèce existe aussi au musée de Strasbourg (collection Greppin à l'Institut géognostique de l'Université), déterminée par Maillard comme *H. Zellii* Kurr, provenant de sables vosgiens à *Dinotherium* du Bois de Raube près Bassecourt (Jura bernois). Ce n'est cependant qu'un moule, dont le test blanc, pulvérulent, s'est détaché, mais parfaitement caractérisé par la forme conique de l'ombilic. Greppin [4] l'avait donc bien déterminée.

Il me reste à ajouter quelques mots sur la coupe du Hochsträss près d'Ehingen et près de Grimmelfingen, ainsi que des dépôts appelés sables de gruaux (*Graupensande*) par les géologues allemands. J'écris ces lignes d'Ehingen même où j'ai passé plusieurs jours à l'étude du Hochsträss. Ici encore les cartes géologiques du Wurtemberg donnent bien les affleurements principaux, mais dans un ordre de superposition qui n'est pas celui de la nature. Pour se rendre compte de la série tertiaire du Hochsträss, il faut comparer les coupes du versant nord avec celles du versant sud et considérer les affleurements des Graupensande en relation avec la topographie de ce groupe montueux. Or, tandis que toutes les autres assises tertiaires du Hochsträss se retrouvent régulièrement dans toutes les coupes des deux versants nord et sud, les Graupensande forment une bande plus ou moins interrompue à

1. Württ. Jahreshefte, 1900.
2. Voir *Eclogæ geol. Helvetiæ*, t. 3, p. 60.
3. Moll. terr. et fluv. tert. de la Suisse *in Mém. Soc. pal. suisse*, vol. 18, année 1891, p. 24, pl. 2, fig. 9 *d*.
4. *Matér. Carte géol. de la Suisse*, 8e livr., p. 184.

l'altitude de 540 à 580 m. sur le flanc sud du Hochsträss, depuis Grimmelfingen jusqu'à Hausen, à l'ouest de la montagne.

Ici, ils s'arrêtent brusquement sur le plateau formé par les calcaires à *H. crepidostoma*. Vers Altheim, il est facile de se convaincre que les Graupensande font complètement défaut, tandis que les couches saumâtres à *Cardium* et *Dreissensia* existent comme au versant méridional. Une opinion ancienne de Quenstedt est que ces sables grossiers, qui paraissent être le produit d'une lévigation et d'un remaniement de la molasse vindobonienne, ou qui, peut-être, se rattachent aux sables à quartzites de la Basse-Bavière, sont quaternaires, et adossés contre le pied méridional du Hochsträss. Cette opinion est certainement très proche de la vérité, peut-être avons-nous affaire à du Pliocène; mais en considérant partout ailleurs aux environs d'Ulm la richesse paléontologique de la molasse vindobonienne, il est impossible de voir dans ces sables stériles, rougeâtres, à stratification torrentielle ou oblique (inclinaison vers l'ouest), où l'on n'a jamais découvert de fossiles autres que de rares débris roulés et remaniés de dents de Squales, l'équivalent de la molasse marine de Baltringen qui est si rapprochée, ou de celle d'Ermingen et autres environs d'Ulm, à peine différente de celle de Baltringen, quoique située plus au nord que la zone des Graupensande. On ne comprend pas non plus pourquoi, dans cette supposition, ils font entièrement défaut au versant nord du Hochsträss, où ils devraient se relier au petit lambeau discordant de molasse vindobonienne d'Ermingen, d'aspect si différent et si fossilifère. J'ai du reste trouvé les Graupensande en relation avec de gros galets jurassiques par-dessus les sables molassiques fins (Formsande) de Dischingen [1], au lieu des Sylvanakalke, que l'on a dit être superposés à la molasse marine. Là encore, il existe une discordance de stratification ou un ravinement évident des sables molassiques à la fin des temps miocènes, ou au commencement des temps pliocènes.

Il y a dans le Tertiaire wurtembergeois trois périodes de ravinements ou de discordances (arrêts) de stratification :

1° Entre le Jurassique et l'Oligocène (Sidérolithique). A l'arrivée de la mer molassique, remaniement du Sidérolithique dans les marnes rouges pisolithiques à *Helix Ramondi* Brgn. Puis dépôt ininterrompu des marno-calcaires lacustres et saumâtres, sans galets jurassiques (sauf à la base), ni alpins, et des molasses oligocènes, jusques et y compris les calcaires à *H. sylvana* et *H. malleolata*. (Tautschbuch, Emersberg, Stoffelberg, Hochsträss, etc.);

1. Dans une nouvelle sablière au nord de la Kleemeisterei.

2° Entre l'Oligocène et le Miocène, période d'érosion correspondant au Burdigalien ou Helvétien (Molasse de Lausanne et Muschelsandstein), puis dépôt en discordance de stratification de la molasse marine vindobonienne, des conglomérats du Randen, etc. sur l'Oligocène entamé, sur le Malm (Randen), et jusque dans des fjords découpés dans le Jurassique supérieur (Dischingen);

3° Remaniement de la molasse miocène, dépôt discordant des « Graupensande », peut-être pliocènes.

La raison pour laquelle on a pris pour du Miocène supérieur les calcaires à *H. sylvana* et ceux à *H. malleolata* qui terminent la série oligocène du Hochsträss, c'est la fausse détermination des couches saumâtres à petits *Cardium* et *Dreissensia* que l'on a parallélisées à tort avec des couches homologues de la coupe des deux Kirchberg au bord de l'Iller, au sud d'Ulm. Un examen plus attentif de ces fossiles abondants à Plienshofen, à Grimmelfingen, ainsi qu'au sud d'Altheim, sur le flanc nord de la colline de Plienshofen, montre qu'il s'agit ici d'espèces oligocènes. La *Dreissensia* de Plienshofen est une espèce très voisine ou même synonyme de *D. Brardi* Brong. du bassin de Mayence, et non *D. clavæformis* Kraus, du Miocène supérieur; de même les *Cardium* sont différents de ceux de Kirchberg et de la Basse-Bavière (voir v. Ammon *in* Jahreshefte des k. bayr. Oberbergamtes in München, 1re année, 1888, p. 1-22). Il n'y a en outre à Plienshofen ni Oncophores, ni *Melantho varicosa* Kraus, si caractéristique des sables de Kirchberg et retrouvé dans les conglomérats miocènes de Mösskirch, au sud de Sigmaringen. Il y a par contre *Melanopsis Kleinii* Kurr.

C'est un point à rectifier, et une faunule à noter pour la molasse oligocène, comme du reste toute la série saumâtre du bassin de Mayence. Il n'y a aucune raison pour admettre que le golfe alsatique ait formé un lac miocène à Mayence, quand les calcaires à Cérithes, inséparables des couches à Littorinelles, se prolongent jusqu'en Alsace et se transforment vers Bâle et dans le Jura bernois en calcaires à *H. sylvana*. Pour moi le Miocène d'Alsace, du Palatinat et de Mayence se réduit à un terme élevé ou récent, les sables à *Dinotherium* d'Eppelsheim qui ont leur équivalent exact dans le Jura bernois septentrional, dans les sables à galets vosgiens, *Dinotherium giganteum*, *Helix Steinheimensis*, et flore d'Œningen (voir Greppin. Descrip. du Jura bernois *in* Matér. p. l. carte géol. de la Suisse, 8e livr., p. 182-185) du Bois de Raube p. Delémont, de Charmoille, Vendlincourt, Dürlinsdorf, etc., qui sont aussi

discordants contre les calcaires delémontiens à *H. sylvana* de la colline de Chaux, près Delémont [1].

On le voit, entre la Souabe et l'Alsace, il y a les mêmes faits géogéniques à enregistrer : grande phase de retrait de la mer molassique à la fin de l'Oligocène, puis ravinements et lacunes correspondant à l'Helvétien, enfin transgression vindobonienne vers le nord jusqu'au dépôt des sables à *Dinotherium*.

Je dois encore attirer l'attention sur la conformité de ces résultats avec ceux obtenus par M. G. Dollfus dans ses études si précises sur le Centre et le Nord de la France. Les Rugulosakalke sont le calcaire de Beauce à *H. Ramondi*. La molasse oligocène et les couches saumâtres du Hochsträss, avec une partie de la série saumâtre de Mayence, sont les marnes de l'Orléanais. Enfin, les Sylvanakalke sont le calcaire de Montabuzard [2].

Mais c'est après le dépôt de ces calcaires qui renferment l'*Anchitherium Aurelianense* et qui marquent la fin de l'époque de l'*Anthracotherium*, qu'il faut terminer l'Oligocène. Le Miocène commence par une phase positive, ou une transgression (Burdigalien, Helvétien, Sables de la Sologne), et se termine avec les calcaires d'Œningen, de Steinheim et du Ries, où la mer molassique se retire de la Suisse et de la Bavière. Telles sont les grandes phases de la mer molassique au nord des Alpes. J'espère avoir l'occasion de publier en détail toutes les preuves rassemblées au cours d'une dizaine d'années dans le Sud de l'Allemagne, en Suisse et en France, en vue d'une monographie de la molasse.

1. Greppin. Notes géologiques sur le Val de Delémont, *Nouv. Mém Soc. helv. sc. nat.*, vol. 14, p. 18, pl. 2, fig. 3 et *Matériaux p. l. carte géol. de la Suisse*, 38e livr., p. 164.

2. J'ai trouvé dans le Jura bernois (voir Maillard : Moll. terr. et fluv. tert. de la Suisse, p. 57, pl. 4, fig. 17) *Helix Moroguesi* Brong. dans les calcaires oligocènes (Sylvanakalke) immédiatement recouverts par le grès coquillier de l'Helvétien (*Eclog. geol. Helv.*, vol. 3, p. 53).

ESSAI D'UNE REVISION DES ORBITOLITES

par M. H. DOUVILLÉ.

(Planches IX et X).

Les travaux de Carpenter [1] nous ont fait connaître avec une telle précision et une telle abondance de détails, la constitution des Orbitolites qu'il n'y a pour ainsi dire encore aujourd'hui rien à ajouter, au moins en ce qui concerne les formes vivantes. Toutefois les idées que l'on avait à cette époque se sont profondément modifiées; l'étude des formes fossiles a non seulement fait voir que les types se sont modifiés avec le temps, mais encore qu'il était nécessaire pour mieux apprécier ces variations d'attacher une importance plus considérable aux différences que l'on observe entre les formes vivantes. Ce qui était pour Carpenter genres, espèces et variétés est presque toujours devenu pour nous, familles, genres et espèces. Ce n'est au fond qu'une simple transposition de termes, les faits observés par Carpenter conservant toujours leur valeur; mais elle a son importance, parce qu'elle nous permettra de nous rendre un compte plus exact aussi bien des formes fossiles décrites dans ces dernières années que des formes nouvelles que nous ferons connaître dans cette note.

Carpenter a distingué d'abord les *Orbitolites*, dans lesquelles les loges sont annulaires presque dès l'origine (Cyclostègues, de d'Orbigny), et les *Orbiculina*, dans lesquelles l'enroulement est spiral, au moins pendant une période plus ou moins longue de la vie de l'animal; il peut rester tel jusqu'à la fin ou devenir circulaire comme dans les Orbitolites. Ces deux séries de formes correspondent à deux familles distinctes qui se développent parallèlement dans le temps.

1. Nous nous bornerons à citer les suivants :

Researches on the Foraminifera. *Phil. trans.* Part I (*Orbitolites*), vol. 146, 1856, p. 181 ; Part II (*Orbiculina*, etc.). *Ibid.*, p. 547.

Introduction to the study of the Foraminifera (by W. Carpenter, assisted by W. Parker and T. Rupert Jones), publ. for the Ray Society, 1862.

Report on the specimens of the genus Orbitolites collected by H. M. S. Challenger. *Challenger Expedition, Zoology*, part XXI, 1883.

FAMILLE DES ORBITOLITES

Nous la diviserons en deux groupes, correspondant au type simple et au type complexe de Carpenter.

A. Premier groupe.

Formes simples, les ouvertures de communication des loges ne forment qu'une ou deux rangées. La forme ancienne primitive, *Broeckina*, a une ouverture en fente et des loges annulaires non subdivisées; dans le nouveau genre *Præsorites* de la Craie supérieure on voit apparaître des cloisons incomplètes disposées en dents de peigne et les ouvertures de communication des loges sont arrondies et disposées sur une ou deux rangées; même disposition dans les *Sorites*, tertiaires et actuels, mais les cloisons sont bien plus développées, les loges sont subdivisées en logettes et les segments correspondants de l'animal sont disposés en chapelet et réunis par un stolon [1] annulaire. Il est difficile de ne pas voir, dans la succession de ces trois genres, un développement progressif des cloisons, augmentant la solidité du plasmostracum.

1° Genre **Broeckina** [2] Munier-Chalmas, 1882.

C'est la forme la plus simple et qui nous paraît pouvoir être considérée comme le prototype de toute la famille. M. Munier-Chalmas l'a définie de la manière suivante :

« Plasmostracum discoïdal, très mince, composé de loges circu-
« laires, disposées concentriquement autour d'un embryon spiralé
« (Renulites); ouverture étroite circulaire, se montrant sur tout
« le pourtour de la dernière loge; chambres simples où bien pré-
« sentant des indices de cloisons rudimentaires chez les adultes.

« Type : *Cyclolina Dufrenoyi* d'Arch. (Sénonien). »

Ce type a été établi par d'Archiac sur un échantillon provenant des Corbières, mais les spécimens que M. Munier-Chalmas a spécialement étudiés (et qu'il a bien voulu nous communiquer) proviennent du Sénonien des Martigues; l'ouverture en fente des

1. Expression déjà employée par Carpenter et que nous appliquerons exclusivement au cordon qui réunit les subdivisions d'une *même* loge.

2. *C. R. som. des séances de la Soc. géol. de France*, 19 juin 1882, et *B. S. G. F.*, (3), X, p. 471.

chambres ou loges est très nettement visible, au moins dans l'âge moyen.

M. Arnaud nous a communiqué plusieurs échantillons provevant du Campanien de l'Aquitaine (assise P[1], Saint-André, Larzac) et qui paraissent bien se rapporter à ce genre. Les loges sont annulaires, sans trace de subdivision, et quand les échantillons se séparent par le milieu, ce qui arrive assez souvent, les arêtes qui séparent les loges sont arrondies et ne présentent pas trace de cassure, ce qui indique bien l'existence d'une ouverture en fente.

Dans les échantillons ainsi refendus, la partie du plasmostracum voisine du centre n'est pas aussi nettement dédoublée, ce qui pourrait faire présumer que l'ouverture en fente n'apparait pas dès l'origine; il est probable qu'elle était discontinue dans le jeune âge. On comprend facilement qu'il est nécessaire que les deux moitiés du plasmostracum soient réunies par une série de piliers solides.

Notre confrère et ami M. Mouret, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, nous a communiqué également des échantillons de la même forme, provenant du Campanien des environs de Sarlat.

2° Genre **Præsorites**, n. gen.

Le genre précédent est accompagné dans le Campanien du Sud-Ouest par une forme analogue, mais présentant, dès le jeune âge, l'exagération du caractère signalé par M. Munier-Chalmas dans les *Broeckina* adultes : les loges annulaires sont divisées en logettes par des cloisons radiales incomplètes. En même temps, l'ouverture des loges n'est plus en fente, mais est constituée par une ou deux rangées de perforations arrondies.

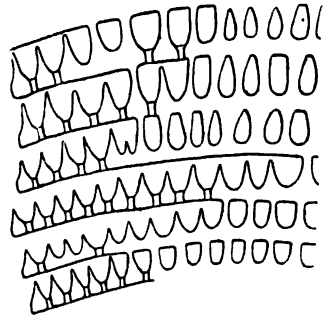


Fig. 1. — *Præsorites Moureti*, Sarlat. Section voisine du plan équatorial, gr. 24 fois.

Les cloisons incomplètes commencent à se développer dans la partie postérieure de chaque loge, où elles viennent s'intercaler régulièrement entre les ouvertures ; elles n'atteignent pas la paroi antérieure, dont les perforations sont alors tout à fait indépendantes des cloisons (fig. 1). Dans les sections parallèles au plan équatorial, les cloisons présentent la forme de « dents de peigne », courtes dans le plan médian, mais s'allongeant au fur et à mesure que la section

s'écarte de ce plan. Cette disposition est tout à fait caractéristique.

Nous avons sous les yeux un assez grand nombre d'échantillons de ce type provenant du Campanien des environs de Sarlat et qui nous avaient été remis il y a déjà longtemps par notre ami, M. Mouret. Ces échantillons présentent tous les accidents de forme, signalés par Carpenter dans les Orbitolites et qui résultent de la minceur et de la fragilité du test. Tantôt ils sont régulièrement circulaires, tantôt on distingue au milieu un fragment en forme de demi-cercle ou même de secteur plus ou moins obtus, entouré par de nouvelles loges, qui reprennent rapidement la forme d'un anneau complet. Cette disposition est bien nettement visible sur l'échantillon figuré Pl. IX, fig. 2. Les loges ont habituellement 0 mill. 25 de largeur ; les cloisons radiales sont un peu plus rapprochées et distantes d'axe en axe de 0 mill. 15 à 0 mill. 20 ; l'épaisseur totale du disque ne dépasse guère 0 mill. 25 à 0 mill. 30. Nous donnons à cette espèce le nom de *Præsorites Moureti*.

Notre confrère M. Arnaud nous a communiqué également plusieurs échantillons de la même espèce, provenant du Campanien inférieur des Charentes (assise P[1], Saint André, Larzac); dans quelques-uns les loges sont un peu plus étroites, 0 mill. 16; mais nous considérons cette dernière forme comme une simple variété.

Cette disposition en dents de peigne des cloisons radiales, incomplètes, toujours intercalées entre les ouvertures de la paroi postérieure, et l'indépendance de position des ouvertures de la paroi antérieure, constituent un élément caractéristique de la structure du genre que nous venons de décrire ; nous le désignerons sous le nom de maille de *Præsorites* et nous le retrouverons dans un grand nombre de types crétacés, dans lesquels la loge elle-même pourra avoir une forme très différente de celle du genre précédent. Il nous suffira de renvoyer par exemple aux coupes de *Meandropsina* données par M. Schlumberger dans notre Bulletin ([3], XXVI, pl. IX, fig. 4 et [3], XXVII, pl. IX, fig. 11). Mais elle a persisté également dans certaines formes actuelles, telles que la curieuse espèce figurée par Carpenter [1], sous le nom d'*Orbitolites tenuissima* (*italica*, Costa). Par la disposition de ses cloisons (fig. 2) et

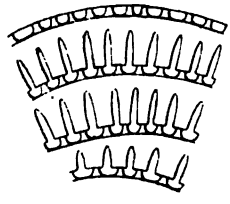


Fig. 2. — Exemple d'une maille du type *Præsorites* (*Orbitolites tenuissima* Carpenter, in *Voyage of Challenger*, pl. II), gr 37,5 en diamètre.

1. Voyage du Challenger, Orbitolites, pl. II.

par son curieux embryon à forme de Spiroloculine, cette espèce s'écarte tout à fait des Orbitolites. Ajoutons que son habitat est très différent et qu'elle se rencontre dans les grands fonds du Nord de l'Atlantique. Carpenter lui-même a été frappé de ces différences et bien qu'il ne connût pas les formes crétacées, il dit expressément qu' « il est extrêmement probable que c'est une forme très ancienne ». On doit reconnaître qu'il était difficile de prévoir plus juste [1].

3° Genre **Sorites** Ehrenberg, 1839; Zittel, 1876.

Nous réunissons sous ce nom les *Sorites* et les *Amphisorus* d'Ehrenberg [2], c'est-à-dire les Orbitolites du type simple, vivant dans les mers actuelles, et ayant seulement une ou deux rangées d'ouvertures sur la tranche antérieure. Zittel a déjà repris ce nom dans son « Handbuch der Paleontologie ». Il comprend par suite les *Orbitolites marginalis* et *Hemprichi* (*duplex*, Carp.), si bien illustrés par les travaux de Carpenter.

Les cloisons radiales sont ici bien plus développées que dans *Præsorites*; elles traversent toute la largeur de la loge, atteignent par conséquent la paroi antérieure et ne laissent plus pour la communication des logettes qu'un canal de section circulaire placé dans le plan médian et dans l'angle externe des logettes. Carpenter a désigné sous le nom de « stolon » le cordon de protoplasme qui réunit ainsi les divers segments entre lesquels la loge primitive se trouve subdivisée. C'est dans ce canal de communication que s'ouvrent la ou les ouvertures externes de la loge, mettant en relation chacune des logettes avec celles de la loge suivante (fig. 3); ces ouvertures sont ainsi sur le prolongement même des cloisons et il en résulte que les cloisons et les logettes alternent régulièrement d'un anneau à l'anneau suivant. La « maille » des *Sorites* est ainsi bien facile à distinguer de celle des *Præsorites*; tandis que dans celle-ci le protoplasme des loges présente

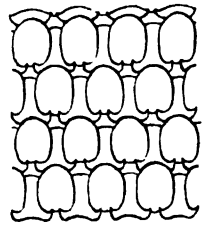


Fig. 3. — Schéma des mailles de *Sorites*.

1 M. Munier-Chalmas vient tout récemment d'en faire le type d'un genre spécial *Discospirina* (*B. S. G. F.* (4), II, 16 juin 1902, p. 351). (*Note ajoutée pendant l'impression*).

2. Die Bildung der europäischen, lybischen und arabischen Kreidefelsen, etc., *Vorträge der Akad. der Wiss. zu Berlin*, 6. u. 20. Dec. 1838, 18. Febr. 1839, tabl. I, et p. 67, 74, 88, 89.

seulement des étranglements réguliers, dans la première les segments sont tout à fait individualisés, en chapelet, et réunis seulement par un stolon annulaire qui représente la continuité de la loge primitive.

D'après Carpenter, le *Sorites marginalis* Lk. a une seule rangée d'ouvertures et habite la zone littorale dans les mers tropicales; il est de petite taille dans la Mer Rouge et est relativement rare dans la Méditerranée et la Mer Égée. Le *Sorites Hemprichi* Ehr., a deux rangées d'ouvertures, et présente la même distribution que l'espèce précédente; toutefois Carpenter ajoute qu'il ne la connaît pas de la Méditerranée.

Une troisième espèce, qui paraît différer de la précédente par la disposition des ouvertures externes, nous a été communiquée par notre confrère M. Cossmann; elle provient de la Martinique, où elle est associée avec une faune caractérisée par la *Turritella tornata*, faune qui dans l'Isthme de Panama paraît devoir être attribuée au Burdigalien. D'après un échantillon de la collection Deshayes, cette troisième espèce de *Sorites* se retrouverait également à Saint-Domingue. Ehrenberg signale bien dans cette île le *Sorites dominicensis*, mais, d'après la dénomination employée par cet auteur, cette espèce n'aurait qu'une seule rangée d'ouvertures, tandis qu'il en existe deux dans l'espèce que nous venons d'examiner.

B. Deuxième groupe

Ce groupe correspond au type complexe de Carpenter; le plasmostracum devient plus épais, les logettes s'allongent perpendiculairement au plan de l'équateur, deviennent cylindriques et communiquent avec l'extérieur par des ouvertures nombreuses, formant plus de deux rangées. Dans le genre *Marginopora*, les logettes communiquent encore entre elles par deux stolons annulaires situés près de la surface du disque; dans les *Orbitolites* (s. str.) les logettes d'un même anneau ne communiquent plus entre elles.

4° Genre **Marginopora** Quoy et Gaymard [1]

L'organisation de ce type très curieux a été très bien mis en évidence par les travaux de Carpenter, qui en a donné de nombreuses coupes et un bon diagramme (fig. 4). Au point de vue spécifique il l'a

1. *In* de Blainville, 1834, Manuel d'Actinologie, p. 412, teste Carpenter.

confondu avec l'*Orbitolites complanata* du calcaire grossier, et il n'est pas toujours facile de distinguer parmi des figures celles qui se rapportent au *Marginopora* actuel ou à l'*Orbitolites* éocène; nous verrons cependant que ces deux types sont nettement différents. Parmi les plus caractéristiques pour le premier de ces genres nous signalerons :

1° Dans les *Phil. Trans.*, 1896, pl. IV, fig. 4; pl. V, fig. 6, 7, 9, 10, 11 et 12; pl. VI, fig. 3, 6 et 7.

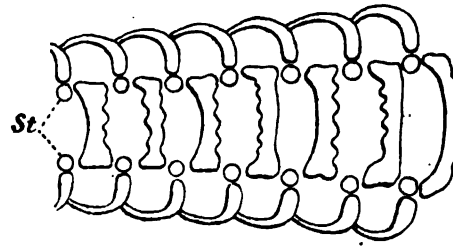


Fig. 4. — Section axiale d'un *Marginopora*; *St*, les deux stolons. Schéma d'après Carpenter (*Voy. Challenger*, p. 40).

2° Dans le voyage du *Challenger*, le diagramme 6 de la p. 40 (fig. 4), et pl. VI, fig. 4, 6, 8, 9 et 12, qui sont les reproductions d'une partie des figures précédentes.

Dans le jeune individu le plasmostracum présente la constitution d'un *Sorites* d'abord à une, puis à deux rangées d'ouvertures. A ce moment le plasmostracum se dédouble, en même temps que le stolon annulaire jusque là unique, se divise en deux; entre ces deux moitiés se développe une couche moyenne formée de logettes cylindriques, communiquant avec l'extérieur par des ouvertures en rangées multiples. Mais, tandis que les deux couches superficielles formées par le dédoublement du *Sorites* primitif conservent chacune la constitution d'un *demi-Sorites*, avec un stolon annulaire établissant la communication entre les demi-logettes d'un même anneau, la couche moyenne au contraire présente une structure différente : les logettes des anneaux successifs alternent toujours régulièrement, mais celles d'un même anneau ne communiquent plus entre elles. Le développement de la cloison ayant fait disparaître toute trace de communication directe, chaque logette ne communique plus qu'avec les logettes adjacentes de l'anneau précédent et de l'anneau suivant. Ces canaux de communication sont des canaux obliques, situés dans les angles des logettes et qui proviennent du dédoublement du canal à trois voies caractéristique des *Sorites*.

En réalité, si l'on examine l'ensemble d'un *Marginopora*, on voit que les logettes cylindriques d'un même anneau communiquent encore entre elles, mais seulement par les deux stolons des couches superficielles.

L'espèce type de ce genre est le *Marginopora vertebralis* Quoy et Gaimard, *in* de Blainville 1834, confondu par Carpenter, comme nous l'avons déjà dit, avec l'*Orbitolites complanata*; cette espèce habite les mers tropicales et subtropicales, à une faible profondeur, et les récifs de coraux du Pacifique (Australie, Nouvelle-Calédonie, Fidji, Philippines, etc.).

5° Genre **Orbitolites** Lk., 1801 (Syst. des a. s. v., p. 376).

Tous les naturalistes sont d'accord pour considérer comme type de ce genre la première espèce citée par Lamarck, l'*O. complanata* « commune à Grignon ». Cette forme ressemble beaucoup au genre précédent, mais elle en diffère par un caractère très important, la disparition des stolons, qui établissaient encore la communication entre les logettes d'un même anneau. La disparition de ces stolons supprime toute distinction des couches superficielles, qui se confondent avec la couche médiane, de telle sorte que le plasmostracum tout entier a la structure de la couche moyenne des *Marginopora* : chaque logette cylindrique se trouve entièrement séparée des

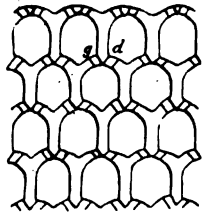


Fig. 5.—Schéma des mailles d'*Orbitolites*, pour montrer comment elles dérivent de celles de *Sorites*; dans la réalité les canaux *d* et *g*, au lieu d'être dans le même plan, sont superposés et alternent régulièrement sur une perpendiculaire au plan de la coupe ; la cloison qui sépare les logettes serpente alors entre ces ouvertures, comme l'indique bien la figure donnée par Carpenter (*Phil. trans.*, 1856, pl. VI, fig. 9), et comme on le voit facilement sur les coupes parallèles à l'axe.

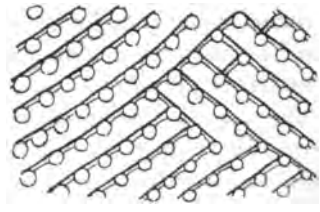


Fig. 6. — *Orbitolites complanata*. Section équatoriale d'après Carpenter (*Phil. trans.*, 1856, pl. VI, fig. 2), gr. 100 fois en diamètre.

logettes du même anneau et communique seulement avec les deux logettes adjacentes de l'anneau précédent, et les deux logettes correspondantes de l'anneau suivant (fig. 5 et 6). Ces communications d'une même logette avec les deux logettes adjacentes alternent assez régulièrement, de manière à donner à la base des cloisons radiales une forme sinueuse, bien marquée par exemple,

sur la figure 9, pl. VI du mémoire de Carpenter (*Phil. Trans.*, 1856).

On ne connaît encore qu'une seule espèce de ce genre, l'*O. complanata* du calcaire grossier moyen. Cette espèce se retrouve dans l'Éocène du bassin de Bordeaux, où elle a persisté plus longtemps, puisqu'elle est citée jusque dans l'Éocène supérieur (c. de Saint-Estèphe) ; il serait intéressant de rechercher si aucune modification ne s'est produite dans la structure de ces formes plus récentes.

FAMILLE DES ORBICULINES

Elle se distingue de la précédente par l'enroulement spiral du jeune : au commencement du développement de l'animal, chaque tour de spire recouvre complètement, en dessus et en dessous, le tour précédent, et cette structure rappelle tout-à-fait celle des Nummulites proprement dites ; pendant cette première période, toutes les Orbiculines se ressemblent d'une manière frappante ; on peut s'en rendre compte facilement en comparant les figures du jeune *Orbiculina adunca* dans Fichtel et Moll, dans Lamarck [1], dans Carpenter [2], à la taille de 1 millimètre, et celle de *Meandropsina* dans Schlumberger [3], à la taille de 1 mill. 8. Les loges sont disposées en *V* et leurs surfaces terminales ou *filets* [4] sont régulièrement disposés en spirale ; ceux-ci partent du pôle, sont convexes en avant, et atteignent très obliquement le contour apparent de l'animal. Ces filets sont en réalité constitués par une muraille percée de une ou plusieurs rangées d'ouvertures circulaires.

Les loges elles-mêmes sont subdivisées par des cloisons transversales, exactement comme dans les Orbitolites, de telle sorte que si la structure générale des deux familles est nettement différente, la texture élémentaire, c'est-à-dire la *maille*, est exactement pareille. C'est ainsi que Carpenter [5] indique expressément que certaines Orbiculines sont du « type simple », c'est-à-dire qu'elles n'ont qu'un seul étage de logettes et une seule rangée de pores marginaux ; tandis que d'autres correspondent au « type complexe » des Orbitolites et ont plusieurs étages de logettes et plusieurs rangées de pores ; dans le premier cas, les segments du sar-

1. Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature, 1816, p. 468, fig. 2.
2. *Phil. Trans.*, 1856, pl. XXVIII, fig. 8, gross. 16 diam.
3. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, 1899, pl. VIII, fig. 2, gr. 20 diam.
4. Nous leur donnerons ce nom usité dans le même sens, dans la description des Nummulites.
5. *Loc. cit.*, p. 551.

code ressembleraient à des grains de chapelets réunis par un seul stolon annulaire ; dans le second au contraire les segments seraient cylindriques, avec des constrictions plus ou moins marquées et communiqueraient entre eux par plusieurs stolons annulaires.

Nous ajouterons que ces analogies se poursuivent jusque dans la constitution de la maille elle-même, et que nous retrouverons ici également tantôt une maille de *Sorites*, tantôt une maille de *Præsorites*.

Les deux familles des Orbitolites et des Orbiculines se développent parallèlement dans la série des temps géologiques ; les formes anciennes ont à la fois dans les deux familles une texture de *Præsorites*, tandis que les formes récentes présentent une texture de *Sorites*. Toutefois, jusqu'à présent du moins, la maille de *Sorites* n'est réalisée que dans *Orbiculina*, tandis que celle d'*Orbitolites* (s. str.) n'est pas encore connue dans la deuxième famille.

6° Genre Fallotia, n. gen. (Pl. IX, fig. 5 ; Pl. X, fig. 1, 2).

La structure nummuloïde du plasmostracum persiste sans modification pendant toute la vie de l'animal ; celui-ci présente donc à toutes les périodes de sa croissance une forme lenticulaire à bords tranchants et ressemble par suite à une grosse Nummulite épaisse.

Les loges sont toujours embrassantes, en forme de *V*, et extrêmement peu épaisses, puisque la lame spirale qu'elles constituent n'a guère que 1/20 de millimètre d'épaisseur. La section équatoriale montre ainsi une spire extrêmement serrée, à tours très nombreux.

Chacune des lames correspondant aux deux branches du *V*, a la constitution d'un *demi-Præsorites*.

Une disposition analogue se retrouve dans les jeunes Orbiculines de 1 mill. de diamètre et dans les jeunes Méandropsines de 1 mill. 8 ; mais ici, malgré l'extrême minceur de la lame enroulée. la taille atteint jusqu'à 10 et même 17 mill. Tantôt les cloisons qui limitent les loges, c'est-à-dire les filets, conservent leur forme spiralée normale, tout en atteignant un tour de spire ou même plus, tantôt ils présentent des irrégularités nombreuses, résultant de leur minceur excessive ; cette dernière disposition est bien marquée sur la fig. 2 de notre pl. X, dans laquelle les filets présentent une analogie frappante avec les sinuosités si compliquées que l'on observe à la surface des *Meandropsina*. Dans les *Fallotia* la comparaison avec les formes régulières montre que cette disposition résulte uniquement de ce que les filets sont deve-

nus irréguliers, *méandriformes*; c'est un caractère purement accidentel et qui ne présente rien d'essentiel; il en est certainement de même dans les *Meandropsina*.

Le premier échantillon du genre *Fallotia* nous a été remis il y a plusieurs années par M. Jacquot, inspecteur général des Mines, qui l'avait recueilli dans la craie supérieure de Roquefort (Landes), dans la carrière Badeho; il est associé à des *Omphalocyclus*; nous l'avons fait figurer (Pl. X, fig. 1) sous le nom de *F. Jacquoti*; c'est le type du genre et les filets sont réguliers et nettement spiralés. Plus tard, notre collègue M. Fallot nous a remis plusieurs échantillons du même type, provenant de la craie de Landiras et sur lesquels il nous a été possible de mettre en évidence les caractères internes; nous avons fait figurer un fragment d'un gros échantillon (fig. 2), montrant la déformation méandriforme des filets et une section grossie (Pl. IX, fig. 5) parallèle à l'axe, montrant la forme lenticulaire du plasmostracum et la minceur extrême de la lame spirale. Sur cet échantillon le diamètre total atteignait 18 millimètres, avec une épaisseur de 4 millimètres.

7° Genre Orbiculina Lamk.

D'après Deshayes [1], ce genre aurait été établi par Lamarck [2] en 1812; en tout cas le nom figure sur la planche 468 de l'Encyclopédie méthodique gravée en 1815 et probablement publiée en 1816; les diverses figures que présente cette planche ont été copiées dans l'ouvrage de Fichtel et Moll, et se rapportent à trois espèces de cet auteur, *Nautilus orbiculus*, *N. angulatus* et *N. aduncus*. En réalité, c'est seulement en 1822, dans le t. VII des Animaux sans vertèbres (p. 609) que le genre a été décrit par Lamarck et indiqué comme renfermant trois espèces *O. numismalis*. *O. angulata* et *O. uncinata*, correspondant aux trois formes de Fichtel et Moll; il est incontestable qu'il faudra reprendre les anciennes dénominations de ces deux auteurs.

Jusqu'à présent, on a considéré ces trois espèces comme représentant trois états successifs d'un seul et même type; mais si cette interprétation paraît bien certaine pour les deux dernières formes, qui proviennent toutes les deux de la Mer Rouge, elle est plus que douteuse, comme nous l'a fait observer M. Schlumberger, pour la première, qui provient de la Méditerranée (Livourne). Quoiqu'il

1. Encyclopédie méthodique, t. 3, p. 668, 1832.
2. Lamarck. Abrégé du cours, 1812.

en soit, c'est le nom correspondant à la forme adulte qui doit être conservé et c'est en effet sous le nom de *O. adunca* que le type le plus fréquent est connu des naturalistes, il est assez commun, en particulier dans les Eponges de Bahama. Le plasmostracum devient extrêmement plat dans l'adulte avec tendance vers la forme cyclostègue, rappelant celle des Orbitolites, comme l'indiquent bien les figures données par Carpenter. La forme jeune (*O. angulata* de Fichtel et Moll) correspond assez bien à la fig. 3 de la pl. XXIX de Carpenter, bien qu'ici le nombre des rangées d'ouvertures soit bien plus considérable. Dans l'adulte, il n'y a habituellement que trois rangées d'ouvertures (fig. 7 de la pl. XXVIII de Carpenter).

Les loges sont toutes cylindriques et réunies par plusieurs stolons annulaires (à peu près aussi nombreux que les rangées d'ouvertures), c'est en réalité une maille de *Sorites*, mais de type complexe.

Toutefois le type simple existe également, comme l'a indiqué Carpenter, avec une seule rangée d'ouvertures (cf. Carpenter, pl. XXVIII, fig. 6); M. Schlumberger nous en a communiqué plusieurs échantillons, dragués dans le voisinage des îles du Cap Vert (expédition du Talisman). Dans la forme adulte, la coquille s'aplatit beaucoup et les logettes ont alors exactement la forme et la disposition des logettes de *Sorites* simple. C'est évidemment une espèce différente de l'*O. adunca*.

Carpenter a rapproché avec raison du type complexe une forme fossile, *Orbiculina malabarica* (sub *Orbitolites*), décrite par Carter [1] comme abondante dans un calcaire bleu verdâtre, d'âge pliocène, trouvé à environ 10 mètres de profondeur à Cochin, sur la côte de Malabar.

D'après la figure donnée par cet auteur, on distinguerait à la surface des filets spiraux, mais faisant trois ou quatre tours de spire; la taille est beaucoup plus grande que dans les formes vivantes : elle atteint 10 mill. de diamètre pour l'échantillon figuré, et Carpenter indique que ce diamètre peut même atteindre 15 mill. environ. Les figures 17 à 22 de la pl. XXVIII montrent bien la structure caractéristique de ce fossile : les ouvertures des parois des loges forment bien plusieurs rangées, comme dans l'*Orb. adunca*. La fig. 17 représente la surface avec un grossissement de 16 diamètres; or, à cette échelle, le pas de la spirale des filets est de 20 mill., soit une valeur réelle de 1 mill. 25, ce qui donnerait bien quatre tours de spire pour un échantillon de 10 mill. de

1. *Ann. a. Magaz. of Nat. Hist.*, (2), vol. XI, juin 1853, p. 425, pl. XVI, fig. 1 à 4.

diamètre, comme celui qui a été figuré par Carter, et ce qui vérifie l'indication donnée par la figure du type. Si, par suite, nous faisions dans un tel échantillon une section par l'axe, la lame spirale formée par les loges superficielles serait coupée quatre fois et donnerait ainsi, de part et d'autre d'une couche médiane à texture de *Sorites* complexe, quatre couches superficielles minces, à structure de *Sorites* simple.

La collection de l'École des Mines renferme un échantillon très analogue [1], provenant de la Sierra de Saint-Domingue; il est associé dans un calcaire gréseux verdâtre avec un *Sorites*, qui paraît identique à celui qui, à l'île de la Martinique, accompagne la *Turritella tornata*; il serait donc vraisemblablement d'âge miocène inférieur. Le rayon de ce spécimen atteint 4 mill. 5. Une cassure montre une couche superficielle spiralée, très mince, constituée par des loges qui ne paraissent guère présenter qu'une seule rangée d'ouvertures; tandis que le noyau se termine latéralement par une tranche épaisse, présentant de nombreuses perforations. Il en résulte que les loges des derniers tours seront en forme d'U, la partie formée par la réunion des deux branches ayant toujours une épaisseur bien plus grande que celle des branches elles-mêmes.

8° Genre **Meandropsina** Mun.-Chalm. [2]

D'après les travaux de M. Schlumberger, on sait que ces Foraminifères présentent un plasmostracum discoïdal, circulaire, plus ou moins plan, analogue aux Orbitolites, mais formé de trois couches : une couche médiane, composée de loges spiralées, dont les surfaces de séparation sont percées de cinq ou six rangées d'ouvertures (*B. S. G. F.*, [3], XXVI, pl. VIII, fig. 3) et deux couches latérales formées, par la superposition de cinq ou six lames (ou plus), très minces, constituées par des loges méandriformes ou vermiculées, dont les filets présentent seulement une rangée d'ouvertures.

Or, le caractère le plus frappant, celui qui résulte de la disposition vermiculée ou méandriforme des lignes d'accroissement, est en réalité d'importance très secondaire; comme dans *Fallotia*, ce n'est qu'un accident que présentent les filets, qui, dans leur disposition normale, devraient être seulement spiralés. Si cet accident

1. Carpenter dans l'Intr. to the Study of Foraminifera, p. 98, signale également « une forme fossile ressemblant beaucoup à celle du Malabar et trouvée dans le Tertiaire de Saint-Domingue ».

2. In Schlumberger. *B. S. G. F.*, (3), XXVI, 1898, p. 336, pl. VIII et IX, et (3), XXVII, 1899, p. 463, pl. VIII, fig. 2, pl. IX, fig. 11 et 14.

devient ici presque normal, c'est que la couche superficielle est très mince et par suite sujette à des causes multiples de malformation. Il nous a paru intéressant à ce point de vue de faire figurer un échantillon de *Meandropsina* communiqué par M. Arnaud, comme provenant du Buisson et dans lequel les méandres font presque entièrement défaut, laissant alors apparaître des filets multispirés, présentant la plus grande analogie avec ceux de l'*Orbiculina malabarica* (Pl. X, fig. 5) [1].

En examinant de près une section axiale de *Meandropsina* [2] et en cherchant à suivre du centre vers la circonférence les lames minces des couches externes, il nous a paru que les lames en contact avec la couche moyenne venaient successivement se réunir à celles-ci, tandis que les lames les plus extérieures s'arrêtaient successivement en escalier; cette disposition est indiquée dans le schéma ci-joint (fig. 7), elle se comprend facilement : les lames

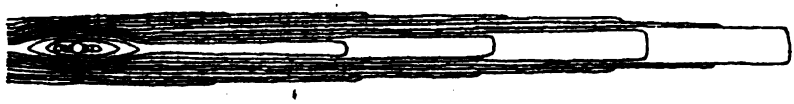


Fig. 7. — *Meandropsina*. Schéma d'une section axiale montrant les relations des lames minces superficielles avec la couche médiane.

minces en contact avec la couche moyenne représentent les tours successifs du noyau, c'est la section en U à fond épaissi que nous avons déjà signalée dans les *Orbiculina* du type complexe. Les lames minces situées à l'extérieur correspondent au contraire à la lame spirale engendrée par les filets multispirés de la surface du plasmostracum.

En réalité, au point de vue de la structure, il y a identité avec les *Orbiculina* du type complexe, mais la texture est différente, car ici la maille est une maille de *Præsorites*, comme cela résulte avec une grande netteté des coupes parallèles à l'équateur, publiées par M. Schlumberger ; les Orbiculines au contraire ont une maille de *Sorites*.

Les Meandropsina *sont donc des* Orbiculina *du type complexe à mailles de* Præsorites.

1. Cet échantillon paraît un peu décortiqué, mais il n'en met pas moins en évidence la forme spiralée de la couche superficielle.

2. Les échantillons empâtés dans la gangue sont les plus commodes parce qu'on est plus sûr de pouvoir conserver intactes les couches superficielles pendant la préparation de la coupe ; nous avons employé dans ce but des échantillons du *M. Larrazeti*, que M. Munier-Chalmas avait bien voulu mettre à notre disposition avec son obligeance habituelle.

Lorsqu'on suit une coupe axiale, comme celle que M. Schlumberger a figurée, on voit d'abord que, dans les premiers tours, les cloisons sont en *V*, puis ensuite qu'elles s'allongent très rapidement en *Y* à longue tige. Les deux branches du *V* et de l'*Y* sont constituées comme des *demi-Præsorites* avec une seule rangée d'ouvertures; par leur réunion elles forment d'abord un *Præsorites*, puis, si l'on suit encore plus loin cette couche moyenne, on la voit augmenter peu à peu d'épaisseur; les logettes s'allongent perpendiculairement au plan équatorial et présentent successivement trois, quatre, cinq rangées d'ouvertures, tandis que latéralement les logettes d'un même anneau communiquent par tout autant de grandes ouvertures, assez irrégulièrement délimitées par des trabécules normaux aux surfaces de séparation des loges. C'est une maille de *Præsorites* complexe, correspondant tout-à-fait à la maille de *Sorites* complexe que nous avons signalée dans *Orbiculina*.

Les premiers échantillons de *Meandropsina* étudiés par M. Munier-Chalmas avaient été recueillis par M. Larrazet dans le Crétacé supérieur de la province de Burgos[1]; une forme analogue a été retrouvée dans le Portugal, par M. Choffat, et enfin les échantillons décrits et figurés par M. Schlumberger sous le nom de *Meandropsina Vidali* avaient été recueillis dans la craie supérieure de Catalogne par notre confrère, M. Vidal, ingénieur en chef des Mines à Barcelone.

Or, en examinant les Foraminifères de la craie des Charentes qui nous avaient été communiqués par M. Arnaud, nous avons été surpris de reconnaître que les *Meandropsina* étaient assez communes dans le Dordonien, au Buisson (assise R^1 de M. Arnaud), à Belvès, dans les calcaires jaunes supérieurs (R^1) et à Maurens (R^1). Grâce aux renseignements qui nous ont été très obligeamment donnés par M. Arnaud, nous avons pu reconnaître que ces échantillons avaient été décrits dès 1864 par Des Moulins[2] sous le nom d'*Orbitolites chartacea*. Le type provient du découvert des carrières du Port de Léna; ce sont les mêmes couches que celles du Buisson (assise R^1).

Une étude comparative minutieuse serait nécessaire pour se rendre compte si les trois formes que nous venons de citer, *Meandropsina Larrazeti*, *M. Vidali* et *M. chartacea* représentent bien trois espèces distinctes.

1. Ils ont été indiqués dans la thèse de M. Larrazet sous le nom de *Meand. Larrazeti* Mun.-Ch.

2. Le bassin hydrographique du Couzeau, etc. *Actes de la Soc. linnéenne de Bordeaux*, t. XXV (V. de la 3e série), p. 100.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Les Orbitolites, décrites sous ce nom par Carpenter, présentent toutes ce caractère commun que les loges deviennent assez rapidement annulaires (*Cyclostègues* de d'Orbigny) et qu'elles sont subdivisées en logettes. Mais il est loin d'être démontré que ce caractère soit de premier ordre et nous serions plutôt portés à penser que c'est uniquement un mode de développement particulier ou même de déformation, qui peut se rencontrer dans des groupes différents. Ainsi les Orbiculines sont très voisines des Orbitolites, la texture est la même, et cependant elles ne sont que très exceptionnellement Cyclostègues. Il nous semble qu'il faut attacher une bien plus grande importance aux premières phases du développement, antérieurement à cette phase cyclostègue; c'est dans cette première période qu'il faudra aller chercher les caractères destinés à établir les véritables affinités des types divers qui auront pris dans l'adulte la forme Orbitolite.

Nous avons déjà cité l'*Orbitolites italica* (*tenuissima* Carpenter); sa forme initiale de Spiroloculine (ou plus exactement d'*Ophthalmidium*), montre que c'est un type qui n'a aucun rapport avec les vrais Orbitolites, elle devient bien cyclostègue dans l'adulte, mais, tandis que tous les Orbitolites actuels ont atteint la phase *Sorites* et habitent les eaux peu profondes des mers tropicales, cette espèce au contraire en est encore à la phase *Præsorites* et habite les couches profondes et froides de l'Atlantique Nord; c'est incontestablement une fausse Orbitolite [1]. Il existe d'autres formes étudiées par Carpenter (*Phil. trans.*, pl. IX, fig. 2 et 4) qui s'écartent également du type normal, parce que les premières loges sont disposées en spirale bien marquée; quoiqu'elles aient une maille de *Sorites*, elles sont toujours remarquablement minces et à peu près transparentes. C'est encore un type qu'il faudrait distinguer [2] et qui est peut-être intermédiaire entre les Orbitolites et les Orbiculines.

Si on laisse de côté ces diverses formes, on voit que toutes les autres présentent une uniformité remarquable au point de vue des premières phases de leur développement : on observe toujours une première loge ovoïde, avec un goulot latéral tubulaire couché sur la première loge (*a* de Carpenter) et une deuxième loge très embrassante (*b*), qui présente ordinairement plusieurs ouvertures;

1. Nous avons déjà indiqué que M. Munier-Chalmas vient d'en faire le type d'un genre nouveau *Discospirina* (*Note ajoutée pendant l'impression*).

2. Genre *Taramellina* Mun.-Chalm. (*Note ajoutée pendant l'impression*).

la troisième loge est déjà subdivisée et présente la forme normale, elle déborde largement la précédente et des deux côtés à la fois; enfin la quatrième est ordinairement déjà annulaire. Il arrive quelquefois que la seconde loge ne prend pas un développement suffisant, alors les loges successives se développent concentriquement autour de cette seconde loge et la première loge fait obstacle à la continuité des premiers anneaux. Nous avons pu constater un développement analogue à l'origine des Orbitolites du Campanien du Nord de l'Aquitaine, les formes très jeunes n'y sont pas rares, mais il n'est pas toujours facile de savoir si on a affaire à des *Broeckina* ou à des *Præsorites*.

C'est aux Orbitolites ainsi définis que s'est bornée notre étude; à l'époque actuelle, leur habitat est restreint à la zone tropicale; ils remontent exceptionnellement dans la Méditerranée, où ils ne présentent du reste qu'un développement faible. Les formes fossiles sont spéciales à la Mésogée; pendant le Crétacé elles ne dépassent pas l'Aquitaine, mais à l'époque du Lutétien elles remontent un instant jusque dans le Cotentin et dans le bassin anglo-parisien. Nous avons distingué les formes suivantes :

1° A maille de *Præsorites*.	Forme simple avec 1 ou 2 rangées d'ouvertures.	PRÆSORITES.
2° A maille de *Sorites*.	Id.	SORITES.
3° A maille de *Sorites* à la surface et d'*Orbitolites* dans la couche moyenne.	Forme complexe, plus de 2 rangées d'ouvertures.	MARGINOPORA.
4° A maille d'*Orbitolites*.	Id.	ORBITOLITES.

Les Orbiculines ont un enroulement spiral spécial que l'on peut caractériser en disant que les loges sont embrassantes des deux côtés, comme dans les Nummulites (enroulement nummulitoïde), tout au moins dans le jeune âge. L'habitat est le même que celui des Orbitolites, la Mésogée pour les formes fossiles, mais sans dépasser l'Aquitaine, la zone tropicale pour les formes vivantes. Nous avons essayé de caractériser les genres suivants :

1° A maille de *Præsorites*.	Forme simple, toujours nummulitoïde et densispirée.	FALLOTIA.	
2° Id.	Forme discoïde du type complexe, laxispirée.	MEANDROPSINA.	
3° A maille de *Sorites*.	Forme simple discoïde.	ORBICULINA	nov. form.
4° Id.	Forme complexe id.	ORBICULINA	type adunca.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche IX

Fig. 1. — *Præsorites Moureti*, du Campanien inférieur P^1 de Saint-André. Echantillon recueilli par M. Arnaud et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines. Grossissement 7 fois en diamètre.

Fig. 2. — *Idem*, de la même localité et du même niveau ; on distingue bien la partie centrale de l'échantillon constitué par un fragment qui dépasse à peine le quart d'un individu complet ; après cette fracture l'animal n'en a pas moins continué à se développer et à former de nouvelles loges qui, partant de la surface externe conservée, sont venues envelopper à droite et à gauche les parties brisées jusqu'au sommet même de l'angle du fragment. Bientôt ces loges se sont soudées à leur point de contact et la forme cyclostègue normale a été rétablie.

Cet échantillon recueilli par M. Arnaud a été donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines. Grossi 6 fois.

Fig. 3. — *Idem* ; fragment d'un échantillon recueilli par M. Mouret dans les environs de Sarlat et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines. C'est une préparation naturelle montrant la constitution des cloisons transversales. L'échantillon a été cassé et s'est réparé lui-même comme le précédent. Grossi 6 fois.

Cet échantillon est le type du genre et de l'espèce (*Præsorites Moureti*).

Fig. 4. — *Idem*, des environs de Sarlat, avec le précédent. Grossi 12 fois. C'est la reproduction photographique directe d'un fragment montrant les deux rangées d'ouvertures de la tranche externe.

4 a, même figure dessinée avec un grossissement de 30 fois en diamètre.

Fig. 5. — *Fallotia Jacquoti*, de Landiras ; section mince parallèle à l'axe et grossie 6 fois environ. L'échantillon a été recueilli par M. Fallot, professeur de géologie à l'Université de Bordeaux, et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines.

Planche X

Fig. 1. — *Fallotia Jacquoti*, type du genre et de l'espèce. Echantillon recueilli par M. l'Inspecteur général des Mines Jacquot à Roquefort (Landes) dans la carrière Badeho et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines. Grossi 7 fois et demie.

Fig. 2. — *Idem* ; fragment recueilli à Landiras par M. le professeur Fallot et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines ; il montre la déformation méandriforme du bord de la lame spirale constitutive. Grossissem. 2,75.

Fig. 3. — *Meandropsina chartacea*, de Maurans (Campanien R^2), recueilli par M. Arnaud et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines. Grossissement 2,5.

La photographie a été retournée de 180°, de telle sorte que les parties en creux paraissent en saillie et inversement. Les filets sont très nettement méandriformes dans la partie superficielle, tandis qu'ils sont beaucoup plus réguliers et assez nettement spiralés dans la partie décortiquée.

Fig. 4. — *Idem*, autre échantillon de la même origine. Même grossissement.

Fig. 5. — *Idem*, du Buisson ; échantillon recueilli par M. Arnaud et donné à la collection de l'Ecole des Mines ; on pourrait le considérer comme un plésiotype de l'espèce. Il est légèrement décortiqué, ce qui met bien en évidence l'enroulement spiral de la lame superficielle.

DISTRIBUTION DES ORBITOLITES ET DES ORBITOÏDES

DANS LA CRAIE DU SUD-OUEST

par M. H. DOUVILLÉ.

C'est en cherchant à appliquer à la Craie du Sud-Ouest les importants travaux de M. Schlumberger sur les Orbitoïdes que nous avons été conduits à entreprendre l'examen des Orbitolites et des Orbiculines, examen dont nous venons d'indiquer sommairement les résultats. Nous disposons ainsi d'indications bien plus précises que celles qu'on avait eues jusqu'à présent et il est devenu possible de caractériser toute une série d'assises en se basant uniquement sur ces genres de Foraminifères, moyen qui est en réalité commode et pratique parce que ces fossiles se rencontrent presque toujours en grande quantité.

Avant d'indiquer les résultats de cette étude, nous dirons quelques mots d'un fossile qui accompagne les précédents et sur la vraie nature duquel on paraît s'être mépris, nous voulons parler de l'*Orbitolites macropora* Lk., que Carpenter indique (avec un ? il est vrai) en synonymie de l'*Orbitolites duplex* [1], et que Bronn, mieux avisé, avait considéré comme type d'un genre nouveau *Omphalocyclus*. L'*O. macropora* n'est pas rare à Maëstricht dans les couches à Bryozoaires, où il accompagne les Orbitoïdes; sur plusieurs préparations de cette espèce nous avons reconnu que les parois des loges, présentaient non pas des ouvertures, comme les Orbitolites, mais de fines perforations tout-à-fait comparables à celles des Orbitoïdes; il faut donc faire passer ce genre *Omphalocyclus* du groupe des Foraminifères imperforés dans celui des Foraminifères perforés et à côté des Orbitoïdes. Il se distingue de ces derniers par l'absence des couches latérales, et il se compose d'une couche d'abord simple de loges cyclostègues, subdivisées en logettes, comme celles des Orbitoïdes; cette couche se dédouble ensuite, puis une troisième vient s'intercaler entre les deux premières, de telle sorte que l'épaisseur augmente progressivement et que la forme extérieure devient jusqu'à un certain point comparable à celle de l'*Orbitolites complanata*; l'analogie est encore

1. Voyage of H. M. S. Challenger, Rep. on the genus Orbitolites, p. 25.

augmentée par la disposition régulière des logettes. Mais cette analogie est purement superficielle.

Une seconde espèce d'*Omphalocyclus*, *O. disculus* a été décrite par Leymerie des couches de Gensac, où elle est associée avec l'*Orbitoides gensacica*; M. Redlich a retrouvé une espèce du même genre associée avec une Orbitoïde du groupe de l'*O. gensacica* et avec l'*Hippurites Lapeirousei* dans la craie de Transylvanie [1].

Enfin M. de Morgan a recueilli encore une forme du même genre dans les couches les plus élevées du Crétacé du Louristan, où elle paraît être associée à l'*Hipp. cornucopiæ*.

Revenons maintenant à l'examen des diverses assises de la Craie supérieure de l'Aquitaine à partir du Campanien. D'après les échantillons communiqués par MM. Arnaud et Mouret, nous rencontrons dès la base P^{1-2}, le genre *Broeckina* et le *Præsorites Mouretí*; dans le niveau supérieur P^3 cette dernière forme paraît exister seule. A ce même niveau débute à Talmont l'*Orbitoides media*; on sait que dans cette dernière espèce les piliers si caractéristiques de tout le groupe des Orbitoïdes ne sont pas encore nettement formés, mais que les zones perforées et imperforées se présentent sous forme de bandes allongées suivant le rayon; c'est certainement un caractère archaïque. L'apparition si brusque des Orbitoïdes dans la craie de Talmont, correspond en réalité à une diminution de la profondeur de la mer et au passage de couches de craie blanche à *Micraster* et *Ananchites* à des couches moins profondes à Bryozoaires.

M. Arnaud fait commencer le Dordonien à la craie de Royan proprement dite, qui constitue les assises Q^1 et Q^2 du Dordonien inférieur; c'est à ce niveau qu'abonde principalement l'*Orbitoides media*.

A la partie inférieure du Dordonien moyen R^1 apparaît le *Meandropsina chartacea*; au-dessus nous rencontrons les dernières assises fossilifères du Dordonien des Charentes et de la Dordogne, ce sont les couches R^2 de Beaumont et du Buisson, dans lesquelles nous trouvons encore les *Meandropsina* associées à une nouvelle espèce d'Orbitoïdes, *O. apiculata*; un échantillon nettement spiralé et lenticulaire, mais encore de petite taille, nous paraît indiquer l'apparition du genre *Fallotia*. Dans les silex à *Faujasia* les

1. Une plaque mince communiquée par M. Redlich à M. de Grossouvre renferme à la fois une Orbitoïde à nucleus multicellulaire, comme l'*O. gensacica*, et une coupe très caractérisée d'*Omphalocyclus*.

Orbitoïdes sont assez mal conservées et très difficiles à préparer; toutefois nous avons cru y reconnaître l'*O. Tissoti*. Cette zone supérieure qui s'étend de Maurens au Buisson part des Lèches, un peu au sud de Mussidan, se prolonge par Maurens et Montleydier (un peu à l'est de Bergerac), puis par Lanquais, pour aboutir à Beaumont; elle disparaît immédiatement au sud-ouest, sous les terrains tertiaires.

Dans son ensemble cette bande est dirigée du nord-ouest au sud-est. C'était à peu près la direction du rivage nord du golfe aquitanien. A cette époque, vers la fin du Crétacé, la mer devait s'étendre jusqu'au pied des Pyrénées et la plus grande profondeur de la mer devait être beaucoup plus rapprochée de ce bord sud, où le rivage devait présenter dès cette époque un relief plus accentué. Du reste, le centre [1] du bassin est encore nettement marqué par le Danien marin, qui affleure seulement dans la bande comprise entre Tercis, Angoumé et Gan; il correspond, comme nous avons déjà eu l'occasion de l'indiquer en étudiant les terrains tertiaires, à la dépression marine qui existe encore de nos jours et qui a reçu le nom de Fosse du Cap Breton.

Si donc nous nous dirigeons du bord du bassin vers le centre, nous devons, en partant de Maurens, rencontrer des couches de plus en plus récentes; c'est ainsi en effet que se disposent les rares affleurements du Crétacé qui percent au travers du Tertiaire le long d'une série de rides dirigées N.O.-S.E. et qui ont été maintes fois signalées.

La première se montre un peu au sud de Bordeaux près de Villagrains et de Landiras; dans la première de ces deux localités, M. Fallot [2] signale au sommet de la coupe, au moulin de Payot, un calcaire dur translucide, dans lequel « il a pu voir, dit-il, des « coupes se rapportant sans doute à des Orbitoïdes : elles sont de « taille moyenne et fort minces; quelques-unes sont petites, mais « il n'y a jamais trouvé l'*O. media* qu'on y a citée, et il persiste « à croire que sur ce point les déterminations qui ont été faites « sont erronées. » Nous ne pouvons que confirmer les doutes de notre confrère : une lame mince extraite d'un échantillon qu'il a bien voulu nous communiquer, nous a montré une Orbitoïde paraissant se rapporter à *O. minor*, et une autre beaucoup plus petite que M. Schlumberger a reconnu pour l'*O. mamillata*; ces fossiles sont associés à de très nombreux *Lithothamnium* et à des Bryozoaires.

1. Ou plus rigoureusement le point le plus profond.
2. Crétacé supérieur du bassin de l'Aquitaine. *B. S. G. F.*, (3), XX, p. 355.

Les échantillons de Landiras communiqués également par M. Fallot sont très intéressants : on y distingue de nombreuses sections d'Orbitoïdes, probablement *O. minor*, des *Meandropsina* très bien caractérisées et de très grande taille et enfin ces formes lenticulaires épaisses, pour lesquelles nous avons proposé le genre *Fallotia*. C'est une faune qui a beaucoup d'analogie avec celle de Maurens, mais le développement des *Fallotia* semble indiquer un niveau un peu plus récent.

Si nous continuons à nous diriger vers le centre du bassin, nous rencontrons une deuxième ride crétacée correspondant à l'affleurement de Roquefort (Landes) ; des échantillons de la carrière Badeho communiqués il y a déjà plusieurs années par M. l'Inspecteur général des Mines Jacquot, renfermant *Orbitoides minor*, *Fallotia Jacquoti*, en même temps qu'y apparaissent les *Omphalocyclus*, probablement *O. disculus*. L'apparition de ce dernier genre indique un niveau plus récent, ce qui est bien d'accord avec la position plus méridionale de ces affleurements.

Un nouveau déplacement vers le sud nous amène à la protubérance de Saint-Sever qui, à Audignon, nous offre une nouvelle faune d'Orbitoïdes, caractérisée par l'*O. gensacica*. On a indiqué depuis longtemps que cette ride de Saint-Sever est le prolongement de celle où plus au sud-est, se rencontrent les localités de Mauléon et de Gensac ; c'est le gisement des *Orbitoides gensacica*, *O. socialis* et *Omphalocyclus disculus*, et le niveau le plus élevé du Dordonien, car à Mauléon il renferme une faune d'Ammonites, qui a permis de le rapprocher des couches d'Angoumé et de Tercis à *Pachydiscus Jacquoti* et *Stegaster*. Or, sur ces derniers points, cette assise est surmontée directement par le Danien à *Nautilus danicus*, *Coraster*, *Jeronia*, etc.

Nous voyons ainsi qu'en réalité toute une série d'assises vient s'intercaler entre la craie de Maurens et le Danien et à chaque étape que nous avons faite en partant de la première localité pour nous rapprocher de l'Adour, nous avons rencontré avec les fossiles des gisements précédents quelque forme nouvelle nous indiquant des niveaux de plus en plus récents : à Landiras, développement des *Fallotia* encore associées aux *Meandropsina*, — à Badeho, apparition des *Omphalocyclus*, associés aux *Fallotia* et à l'*Orbitoides minor*, — à Audignon et à Gensac, les *Orbitoides gensacica* et *O. socialis*, associés aux *Omphalocyclus*. Si Landiras peut être réuni à Maurens dans l'assise R^2, il sera nécessaire de distinguer au-dessus deux nouvelles assises S^1 et S^2 pour la craie de Roquefort

et celle de Gensac, plus récentes en réalité que le Dordonien proprement dit des Charentes et de la Dordogne.

Un certain nombre des Foraminifères que nous venons d'examiner se retrouvent dans la craie de Maëstricht et on peut se demander si ces formes communes aux deux régions ne permettront pas de préciser la mise en parallèle de ces couches avec celles de l'Aquitaine.

Or, dans les deux mètres de couches les plus élevées situées tout en haut de la coupe de Maëstricht, M. Munier-Chalmas[1] a reconnu la présence de types d'Oursins caractéristiques de la colonie de Tuco, c'est-à-dire du Danien (*Isopneustes coloniæ*, *Hemiaster* aff. *canaliculatus*). Immédiatement au-dessous commencent les couches de craie tuffeau avec *Ammonites*, *Baculites*, *Belemnitella mucronata* et *Hemipneustes radiatus*; un premier système de couches est caractérisé par l'intercalation de couches de Bryozoaires avec *Hippurites Lapeyrousei*, *Rad. Hœninghausi*, etc.; les *Orbitoides apiculata* et *minor*, ainsi que l'*Omphalocyclus macropora*, se rencontrent dans la seconde de ces couches à Bryozoaires; c'est avec la craie de Roquefort, c'est-à-dire avec S^1, que cette assise a le plus d'affinités. La grande masse de craie tuffeau exploitée commence seulement au-dessous de la seconde couche à Bryozoaires; elle ne correspondrait guère ainsi qu'au Dordonien moyen ($R^{2\text{-}1}$) du Sud-Ouest de la France. Dans son ensemble, le Maëstrichtien proprement dit paraîtrait ainsi descendre moins bas que le Dordonien; mais, pour préciser cette limite inférieure, il faudrait mieux connaître la faune de la troisième couche à Bryozoaires, intercalée entre le tuffeau exploité et la craie blanche à silex. Il est curieux de retrouver ici exactement la même succession de faciès que dans l'Aquitaine, la craie à Bryozoaires venant remplacer la craie blanche; il en est encore de même dans le bassin de Paris, où les Bryozoaires deviennent également très abondants au sommet de la craie blanche; mais il ne faut voir dans cette coïncidence qu'un résultat de l'exhaussement simultané du fond de la mer dans les divers bassins et l'apparition des bancs à Bryozoaires correspond seulement à l'époque où la profondeur de la mer a atteint une valeur déterminée.

1. In Seunes. Thèse, 1890, p. 198.

Distribution des Orbitoïdes, Orbitolites, Orbitolines et Nummulites.

Burdig.	Échelle des Orbitoïdes: *Miogypsina* excentrées (*globulina, irregularis, complanata*).	Échelle des Orbitolites: **Sorites** (La Martinique, Saint-Domingue) **Orbiculina**.		
Aquit. Sup.	Id. régulières (*burdigalensis*).			
Aquit. Inf.	**Lepidocyclina** (*Mantelli, dilatata*).			
Tongrien.				
Lud. Bart.	**Orthophragmina** papyracès (*Fortisi*).	**Orbitolites** (Saint-Estèphe).		
Lut. Sup.				
Lut. Inf.	Id. épais (*submedia ?*).	Id. *complanatus*.		
Yprésien.				
Danien.				
Dordonien S^2	**Orbitoides** *gensacica, socialis*. **Omphalocyclus**.			
Dordonien S^1	Id. *minor* Id.			
Dordonien R^2	Id. *minor, apiculata*			
Dordonien R^1				
Dordonien Q^{2-1}	Id. *media* (Royan).			
Camp. P^3	Id. *media* (Talmont).			
Camp. P^{2-1}				
Sant. N. M.				
Coniac. L.				
Angoumien. (Ligérien).				
Cénom. Sup.				
Cénom. Inf.				
Albien.				
Aptien.				
Barrémien.				

Échelle des Orbitolites: (Roquefort) **Fallotia**.	Nummulites: *vascus, Bouillei, intermedius*		
Landiras, Maurens: **Meandropsina** et id.	*contortus, variolarius*		
Id. *chartacea*.	*aturicus, millecaput*	Assilina: *planospira*	
Præsorites.	*lævigatus, Murchisoni*	Assilina: *spira, granulosa*	
Id. et **Broeckina**.	*planulatus, atacicus*	Assilina: *Leymeriei*	
	Échelle des Rudistes: (Pour mémoire)		
Orbitolina: *concava*.			
Orbitolina: *plana*.			
Orbitolina: *subconcava*.			
Orbitolina: *lenticularis*.			
Orbitolina: *discoidea, conoidea*.			

Résumé général

Depuis longtemps déjà nous étudions les faunes fossiles qui sont particulièrement développées dans le golfe aquitanien de la Mésogée. Nous avons commencé par les Rudistes et fait voir qu'un grand nombre de niveaux pouvaient être caractérisés par ces animaux à peu près aussi bien que par les Ammonites, avec cet avantage qu'ils sont ordinairement bien plus répandus et bien plus communs. Nous avons ensuite appelé l'attention sur les *Orbitoides*, qui présentent également les mêmes avantages de fréquence et qui en outre donnent des renseignements précieux pour les formations postérieures à la disparition des Ammonites : notre confrère et ami, M. Schlumberger a bien voulu entreprendre l'étude détaillée de ce groupe d'animaux et il nous a fait connaître les formes les plus récentes (*Miogypsina*) et les formes les plus anciennes (*Orbitoides*, s. str.). Nous avons nous-même esquissé une révision des *Orbitolites* et appelé récemment l'attention sur les modifications à apporter à la succession des *Nummulites*.

Le résultat de ces études a été de mettre à la disposition des géologues une série d'échelles, analogues à celle que l'on avait proposée pour ce dernier groupe de fossiles, et qui fournissent une série de points de repère importants pour l'étude des terrains de l'Aquitaine.

Pour mieux préciser l'état actuel de nos connaissances, et indiquer à la fois les progrès réalisés et les lacunes encore existantes, nous avons essayé de réunir dans le tableau ci-joint les esquisses de ces diverses échelles, esquisses qui devront être complétées progressivement, au fur et à mesure de l'avancement de nos connaissances.

SUR LE GENRE *CHONDRODONTA* STANTON

par M. H. DOUVILLÉ.

(PLANCHE XI).

En 1885, M. Choffat [1] décrivait et figurait, sous le nom d'*Ostrea Joannæ*, un fossile abondant dans le Cénomanien du Portugal (Couches à *Sauvagesia Sharpei*); il ajoutait que des échantillons rapportés d'Istrie par M. Munier-Chalmas lui paraissaient se rapporter à la même espèce.

Quelques années plus tard, en 1893, M. Hill [2] décrivait et figurait, sous le nom d'*Ostrea Munsoni*, une forme voisine, trouvée au Texas, dans les couches à *Radiolites Davidsoni*, dont l'âge nous paraît un peu plus ancien.

L'année suivante, M. Boehm [3] décrivait la forme de la Vénétie, déjà signalée par M. Choffat, sous le nom d'*Ostrea* aff. *Munsoni*. Un peu après, en 1896, M. Futterer [4] décrivait à nouveau cette dernière espèce, mais sous le nom tout à fait différent de *Pinna ostreiformis*. M. Boehm [5], de son côté, maintenait sa première dénomination et figurait à nouveau l'*Ostrea* aff. *Munsoni*.

En rendant compte l'année suivante de ce travail dans la Revue critique de Paléozoologie de M. Cossmann nous disions : « La fig. 1 de la pl. IV montre certainement une grande analogie avec les *Pinnigena*, on croirait même y voir la ligne palléale qui, dans ce dernier genre rejoint les deux impressions musculaires. L'impression de l'apex est-elle ligamentaire comme dans *Ostrea* ou musculaire comme dans *Pinna* ? Rappelons que même dans ce dernier genre, il y a eu souvent erreur au sujet de cette attribution [6] ».

Tout récemment, M. Stanton [7], paléontologue de l'U. S. Geolo-

1. Faune crétacique du Portugal, vol. I, espèces nouvelles ou peu connues, première série, p. 34, Ostreidæ, pl I, fig. 1 à 7; pl. II, fig. 8-19.

2. *Proc. Biol. Soc. of Washington*, VII, p. 105, pl. XII.

3. Beitr. zur Kenntniss der Kreide in den Südalpen, p. 96, pl. 8, fig. 1, 2. *Palaeontographica*, XLI, p. 80.

4. *Palaeontologische Abhandlungen*, VI, p. 259, pl. 38, fig. 1, 2.

5. *Zeits. d. deutsch. geol. Ges.*, vol. 49, p. 174, pl. IV, fig. 13; pl. V, fig. 2. *Beitr. zur Gliederung der Kreide in den Venet. Alpen.*

6 Nous faisions ainsi allusion au manuel de Conchyliologie de Fischer.

7. *Chondrodonta*, a new genus of Ostreiform Mollusks, etc. *Proceed. of the U. S. National Museum*, vol. XXIV, p. 301-307, pl. XXV, XXVI.

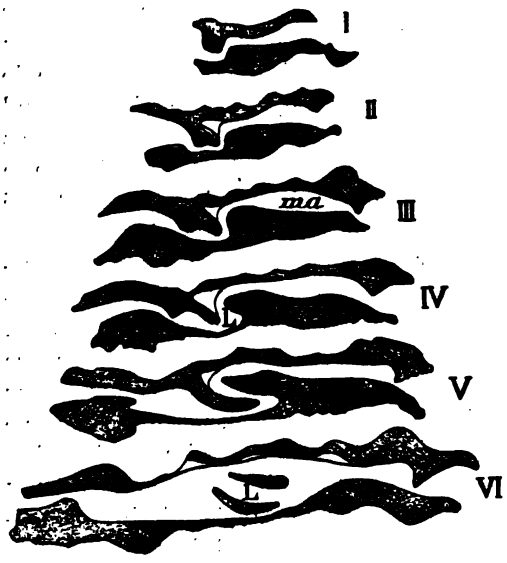
gical Survey a repris l'étude de la forme américaine, en y ajoutant la description d'une nouvelle espèce; il a fait voir qu'une section transversale, pratiquée dans la région de l'apex, mettait en évidence l'existence de deux cuillerons ou apophyses ligamentaires (chondrophores), présentant une disposition toute spéciale. d'où le nom de *Chondrodonta* qu'il a proposé pour ce type particulier. Ses caractères essentiels sont indiqués comme suit :

Coquille ostréiforme, fixée par la valve gauche (?); test subnacré; plateau cardinal très allongé, sans dents proprement dites, mais avec un long chondrophore sur chaque valve, un peu en dehors de la ligne médiane, partant du sommet et se prolongeant en saillie à l'intérieur de la cavité de la coquille; le chondrophore de la valve fixée formant le bord antérieur en surplomb d'un profond sillon dans lequel pénètre le chondrophore de la valve libre, sous la forme d'une lamelle oblique plutôt mince, dont le bord libre se recourbe un peu au dessus; le ligament était évidemment attaché sur la face inférieure du chondrophore de la valve fixée et sur la face supérieure de celui de la valve libre. Cette disposition entrecroisée des deux chondrophores (ou cuillerons) ne devait permettre qu'un mouvement relatif des valves extrêmement restreint, et même, quand le ligament a disparu, les deux valves sont encore fortement unies. — Ligne palléale écartée du bord comme dans les Pectinidés, etc., et habituellement assez peu marquée; muscle adducteur certainement unique, quoique sa faible impression n'ait pas été positivement reconnue. — Les affinités des *Chondrodonta* paraissent être avec les Pectinacés (Spondylidés, Limidés, Pectinidés); il est probable qu'il faut les placer à côté des *Terquemia* autant qu'on peut en juger tout au moins d'après les figures et les descriptions.

M. Stanton, après avoir décrit à nouveau *Chondrodonta Munsoni* Hill, fait connaître une nouvelle espèce, complètement lisse, *Ch. glabra*, associée à des *Monopleura* dans une mince couche située à la partie supérieure du système de Glen Rose, et par suite beaucoup plus ancienne que l'espèce précédente. L'échantillon figuré indique très nettement la surface d'adhérence de la coquille à l'apex de la valve gauche; il indique également l'area cardinale de la même valve; le chondrophore de la valve droite est cassé, encore engagé dans la rainure de la valve gauche et son prolongement sous celui de l'autre valve est assez nettement figuré. Mais aucune impression n'est indiquée sur l'area elle-même. La figure indique également une impression palléale très peu développée et une impression musculaire petite et assez irrégulière, mais d'après

le tracé lui-même toute cette dernière partie de la figure paraît porter la marque d'une certaine hésitation.

A la suite de ces nouveaux travaux de M. Stanton, M. Choffat reprenait l'étude de l'*O. Joannæ* et nous en communiquait un certain nombre d'échantillons; trois sections parallèles pratiquées dans le sommet de l'un d'eux nous donnait six coupes successives que nous reproduisons ici et qui permettent de se rendre compte d'une manière très nette de la disposition si singulière des apophyses chondrophores. On voit le bourrelet de la valve droite s'enfoncer dans la rainure de l'autre valve, puis se développer peu à peu et obliquement du côté antérieur, pénétrer progressivement sous l'aréa de la valve gauche, sous laquelle elle finit par s'engager très profondément (coupe V); enfin la dernière coupe (VI) montre les deux cuillerons complètement en saillie à l'intérieur des valves et tout à fait isolés à droite et à gauche.



Chondrodonta Joannæ, six sections parallèles dans la région du crochet (Gr. 1 fois 1/2 en diam.).

La valve inférieure est la valve gauche fixée; *ma* indique la position du muscle antérieur et L celle du ligament d'abord engagé dans la rainure postérieure, puis entre les deux cuillerons.

Cette disposition confirme bien nettement la description de M. Stanton; en outre ces coupes montrent que les deux apophyses linguiformes sont constituées par les *lames externes* du test, ce qui exclut toute possibilité d'apophyses myophores, celles-ci étant toujours formées par les *lames internes*. Il en résulte que ce sont bien des cuillerons chondrophores, comme l'a très bien reconnu M. Stanton.

M. Choffat nous apprenait en même temps que M. Arnaud avait reconnu que l'*Ostrea Desori* Coquand, du Cénomanien d'Angoulême, présentait des caractères analogues à ceux de l'*O. Joannæ*;

sur notre demande, notre confrère, avec son obligeance habituelle, a bien voulu nous communiquer toute une série d'échantillons de l'espèce de l'Aquitaine.

Nous avons pu arriver à préparer d'une manière à peu près complète deux échantillons de cette dernière série et nous figurons la partie cardinale de l'un d'eux (Pl. XI, fig. 1) : on distingue au milieu une area triangulaire étroite et allongée sur laquelle nous reviendrons dans un instant, elle se prolonge à la partie inférieure par une sorte de languette spatulée qui pénètre dans la cavité de la coquille ; à gauche, cette aréa est limitée par une rainure profonde, dans laquelle est resté engagé le chondrophore brisé de l'autre valve (valve droite), et vers la partie inférieure ce chondrophore se prolonge en un cuilleron élargi et légèrement concave qui vient se placer sous la languette de la première valve ou valve gauche. Nous reconnaissons là la disposition caractéristique du genre *Chondrodonta*, telle que l'a indiquée M. Stanton ; c'est entre ces deux languettes que venait se placer le ligament.

Si nous revenons maintenant à l'area elle-même, nous voyons que toute la partie comprise entre le sommet de la valve et la languette chondrophore est occupée par une impression très nette, qui paraît divisée en deux parties un peu inégales, par un sillon longitudinal ; c'est l'impression qui avait été figurée par Boehm et au sujet de laquelle nous nous demandions dès 1898 si elle était *ligamentaire* ou *musculaire*. Or, le mémoire de M. Stanton nous a montré que le ligament était placé non pas sur cette area, mais sous le cuilleron qui la prolonge ; l'impression que nous examinons ne peut donc être que musculaire, c'est l'*impression du muscle antérieur*, impression en tous points comparable à celle qui existe à l'apex dans les *Pinna* ; l'analogie se poursuit jusque dans le détail, et dans les deux cas on observe la même division de l'impression en deux parties dans le sens de la longueur. L'impression palléale a déjà été figurée par M. Boehm et nous la retrouvons bien marquée sur un moule interne communiqué par M. Arnaud, avec l'impression du muscle postérieur ; nous donnons ci-après (Pl. XI, fig. 2 et 3) la reproduction photographique, sur ses deux faces, de cet échantillon intéressant. L'existence d'une impression palléale exclut toute parenté avec les *Ostrea*. L'impression apicale du muscle antérieur nous montre qu'il s'agit en réalité d'une forme voisine des *Pinna*, comme l'avait très justement indiqué Futterer. Il serait plus rigoureusement exact de dire seulement que cette forme appartient au groupe des *Mytilidés*, car nous ne retrouvons pas ici le test si nettement fibreux des *Pinnidés*. Mais

il faut bien se rendre compte que les *Chondrodonta* sont des coquilles fixées à la manière des Huîtres et ce mode de fixation a eu certainement une influence notable sur la constitution du test.

Au point de vue de la classification générale, la découverte d'un nouveau type dimyaire fixé est extrêmement intéressante, d'autant plus qu'il appartient à un groupe bien différent de ceux que l'on connaissait jusqu'à présent. Ainsi les Rudistes appartiennent à l'ordre des Hétérodontes et il est curieux de constater que de même que dans les *Chondrodonta*, le muscle antérieur vient se placer dans le voisinage de la surface de fixation; par contre le mode de développement du chondrophore est très différent dans ces deux groupes, bien qu'il soit tout aussi singulier dans l'un que dans l'autre.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI

Fig. 1. — *Chondrodonta Desori*, du Cénomanien d'Angoulême, grossi 3 fois. Valve gauche dégagée de sa gangue et montrant en haut et au milieu une aréa triangulaire étroite sur laquelle on distingue nettement l'impression du muscle antérieur divisée en deux parties inégales comme dans les *Pinna*. Sur le prolongement de cette aréa, un cuilleron en forme de languette. A gauche, une rainure ligamentaire dans laquelle est encore engagée l'apophyse ligamentaire de l'autre valve (valve droite). Cette apophyse se prolonge en un cuilleron que l'on voit passer sous celui de la valve gauche.

Fig. 2. — *Idem*, moule interne, en vraie grandeur, de la même localité, montrant distinctement l'impression du muscle postérieur.

Fig. 3. — *Idem*, même échantillon vu de l'autre côté et montrant non seulement l'impression de l'adducteur postérieur, mais encore l'impression palléale ; ces deux impressions sont séparées par un intervalle notable.

Ces trois échantillons communiqués par M. Arnaud ont été donnés par lui à la collection de l'Ecole des Mines.

Séance du 26 Mai 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. **Paul Groult-Deyrolle**, à Paris, présenté par MM. M. Boule et Thévenin.

de Romeu, Ingénieur des Arts et Manufactures, présenté par MM. Bergeron et Lacroix.

M. **M. Boule** offre à la Société géologique un exemplaire de la brochure publiée à l'occasion du cinquantenaire scientifique de M. le Professeur Albert Gaudry. Le Comité d'organisation est heureux de remercier la Société géologique de s'être fait représenter par son Président à la fête qui a eu lieu au Muséum en l'honneur de notre cher et très éminent confrère.

M. Boule offre en outre à la Société un exemplaire de quelques notes publiées par lui récemment, notamment un article de géographie physique sur *l'Aubrac*, imprimé dans *La Géographie* et le texte d'une conférence sur *La géologie et la paléontologie de Madagascar* faite au Muséum l'année dernière. Cette dernière brochure est extraite du volume paru récemment à la Société d'éditions scientifiques et littéraires : *Madagascar au début du XXe siècle*, sous la direction de M. Raphaël Blanchard.

M. **G. Ramond** offre à la Société, pour sa bibliothèque :

1° Une courte note imprimée, avec fig., intitulée : *Le Chronomètre de l'Étang-Vert, dans les Bois de Meudon* (Extr. B. S. belge de Géol., P. V, t. XII, 31 mai 1898). C'est une modeste contribution à l'étude de l'un des phénomènes d'*activisme* les plus fréquents, la rubéfaction superficielle. L'auteur a cru pouvoir établir que, dans un remblai, édifié à une date connue, cette rubéfaction s'était propagée, en profondeur, à raison de *o m. 5 par siècle.*

2° M. Ramond présente, en outre, tant en son nom qu'en celui de M. **Aug. Dollot**, Correspondant du Muséum d'histoire naturelle, un extrait des C.-R. de l'*A. F. A. S.* (Congrès d'Ajaccio, 1901). C'est la suite des *Etudes géologiques dans Paris et sa Banlieue.* —

Cette nouvelle note est relative aux coupes du *Chemin de fer de Courcelles au Champ-de-Mars*; elle est accompagnée d'un profil géologique et de clichés photographiques, pris au cours des travaux.

M. J. **Giraud** offre à la Société un exemplaire de l'*Étude géologique sur la Limagne*, dont il est l'auteur (Extr. B. S. C. G. F.).

M. L. **Gentil** communique à la Société, de la part de M. Wallerant, une lettre relative à l'éruption volcanique survenue le 3 mai dernier, à la Montagne-Pelée, dans l'île de la Martinique. Cette lettre [1] a été écrite par M. Saussine, professeur au lycée de Saint-Pierre, qui a péri dans la catastrophe du 8 mai. A la suite de cette lecture, M. Gentil rend compte de l'examen rapide des cendres de l'éruption dont M. Wallerant lui a confié l'étude.

Cette cendre est très fine, de couleur grise. Elle montre au microscope de l'*hypersthène*, de la *magnétite*, des *feldspaths* et du *verre*. L'hypersthène est en cristaux à extinctions longitudinales, doués d'un pléochroïsme sensible en vert suivant n_g, en brun

1. Voici le texte de la lettre de M. Saussine. — « Je profite du retard du courrier pour envoyer à la collection de l'Ecole normale, un échantillon de cendres provenant de l'éruption d'hier, avec quelques explications. — Depuis quelques jours l'ancien cratère de la Montagne-Pelée, surnommé l'Etang-Sec, avait pris une température élevée et dégageait des vapeurs par quelques fissures. Quelques faibles secousses ont été ressenties à Saint-Pierre le mercredi ; des cendres ont été recueillies à la base du côté ouest ; mais c'est seulement le vendredi 2, à 9 h. 1/2 du matin, que la première éruption a eu lieu, sous la forme d'une colonne de fumée grise, sans aucune secousse du sol ; ces colonnes sont devenues dans la journée plus nombreuses et plus noires. Comme elles se détachaient nettement dans un ciel clair, j'ai pu évaluer pour quelques-unes une élévation de 4 à 500 m., atteinte en moins d'une minute. Elles ne s'élevaient pas toutes au-dessus du même point, et ne présentaient pas la même nuance aux différents points. — C'est seulement vers minuit que nous avons entendu des grondements et aperçu des lueurs. J'ai parfaitement distingué, d'une part, des colonnes de feu formant des masses bien localisées et d'autre part des éclairs en zig-zag accompagnés de coups de tonnerre. Le ciel était clair, sauf au-dessus de la montagne. Cela n'a duré, pour nous à Saint-Pierre, qu'une demi-heure. Mais le phénomène a repris à 7 heures du matin dans une atmosphère déjà épaissie par les cendres, accompagné toujours de coups de foudre, mais sans ébranlement du sol. Les cendres ont été observées ce matin (3 mai) jusqu'au delà de Fort-de-France ; on signale en moyenne à midi, un ou deux centimètres au bourg du Prêcheur, au bord de la mer : à l'ouest, 20 à 30 cent. du même côté à une plus grande altitude ; 2 à 3 millim. à Saint-Pierre. Comme il fait beaucoup de vent, nous sommes très incommodés par cette poussière. La montagne nous est cachée, mais le ciel de ce côté est toujours noir. La population n'est pas en général effrayée, si ce n'est les habitants des hauteurs qui ont dû abandonner leurs maisons ».

rouge suivant n_p, possédant une bissectrice aiguë négative. La magnétite est en cristaux cubiques ou octaédriques, souvent arrondis ; on reconnaît facilement la présence de ce minéral en promenant un aimant dans la cendre volcanique ; il se montre en assez forte proportion. Les feldspaths, de la même grosseur que l'hypersthène, possèdent les macles de Carlsbad et de l'albite ; ils sont souvent zonés et sont représentés par de l'*andésine basique* et du *labrador*. Enfin, de nombreux fragments de verre ponceux, incolore ou légèrement brun, quelquefois chargé de très fins microlites de magnétite et renfermant quelquefois des microlites allongés de feldspaths à angles d'extinctions très faibles, complètent la composition de la cendre de la Montagne-Pelée.

Cet examen suffit à montrer que le volcan de la Martinique émet, selon toute probabilité, des déjections andésitiques ; la cendre projetée correspond à des laves d'*andésite à hypersthène*. D'ailleurs les manifestations volcaniques actuelles de la Martinique paraissent bien indiquer une éruption andésitique.

M. **Toucas** communique la note suivante au sujet du mémoire de M. de Grossouvre sur la Craie supérieure :

Dans la deuxième partie de son mémoire sur la Craie supérieure, M. de Grossouvre a traité de nouveau et assez longuement l'âge des couches à Hippurites des Corbières. On sait que mon savant confrère, après avoir vivement combattu l'opinion que j'avais émise sur l'âge campanien de la partie supérieure de ces couches, s'y était rallié dans une communication qu'il fit à l'Académie des Sciences à la suite de sa découverte de l'*Actinocamax quadratus*, dans le gisement de Saint-Louis, prolongement de celui que j'avais signalé à la Bastide, à l'est du pic de Bugarach, et où j'avais déjà indiqué la présence des *Actinocamax*. Mais, revenant ensuite sur la détermination de son *Actinocamax quadratus*, M. de Grossouvre renonce à admettre la Craie à Bélemnitelles dans les Corbières, et, dans son dernier mémoire, qui fait l'objet de cette note, il essaye de démontrer que la faune des Hippurites, sur laquelle je m'étais basé en dernier lieu pour fixer l'âge des couches qui les renferment, n'a qu'une valeur absolument locale, qu'il ne croit pas possible de généraliser les successions observées dans les différentes régions, qu'enfin on ne peut établir de concordance entre l'évolution des formes d'Ammonites et d'Hippurites et que par conséquent les Ammonites seules doivent servir de base à la classification des couches. C'est ainsi que la présence d'un seul fragment de *Placenticeras syrtale*, dans les couches supérieures de

Sougraigne, suffit à M. de Grossouvre pour enlever à l'ensemble de la faune des couches marines supérieures des Corbières le cachet beaucoup plus récent que lui donnent les Hippurites, les Scaphites et plusieurs *Pachydiscus* à affinité campanienne, sans compter les *Actinocamax*, qui occupent d'ailleurs un niveau assez inférieur.

Cependant j'ai déjà fait remarquer que l'importance du *Placenticeras syrtale* à ce niveau était fort discutable. Cette Ammonite en effet est loin de caractériser une seule zone ; on la trouve dès la base du Santonien, où elle est associée au *Mortoniceras texanum* Rœmer, dans les Charentes comme dans les Corbières. A Sougraigne, elle est très commune vers le milieu de la coupe de Sougraigne aux Cloutets, un peu au-dessous du banc à *Batolites organisans*. Les rares exemplaires, recueillis vers ce dernier niveau, appartiennent à la forme plate, qui se rapproche des *Placenticeras* campaniens. Si cette dernière variété ne peut être séparée de la forme type, il faut convenir que celle-ci aurait alors une extension verticale beaucoup plus grande que les 9/10 des Hippurites ; car, pendant cette même durée, la faune des Hippurites des Corbières a subi trois modifications successives : la 1re, au sommet du Santonien inférieur avec les *Hipp. socialis*, *H sublævis*, *H. præcessor*, *H.* sp. nov. (forme ancienne de l'*H. rennensis*), *H. Jeani*, *H. dentatus*, *H. Toucasi* ; la 2e, au sommet du Santonien supérieur, avec *H. turgidus*, *H.* sp. nov. (forme ancienne de l'*H. bioculatus*), *H. rennensis*, *H. canaliculatus*, *H. latus*, *H. Carezi*, *H. Maestrei ;* la 3e, à la base du Campanien, avec *H. bioculatus* type, *H.* sp. nov. (forme récente de l'*H. turgidus*), *H. crassicostatus*, *H. sulcatus*, *H. sulcatissimus*, *H. striatus*.

Or, les deux premiers de ces trois niveaux sont également représentés en Provence et dans l'Aquitaine et y occupent les mêmes zones. Jusque là, la concordance est donc complète dans les trois régions. En Provence, la formation marine se termine en ce point ; mais, dans l'Aquitaine, elle se continue par les premières couches campaniennes, qui renferment justement une partie de cette même faune à affinité campanienne *(Scaphites*, *Pachydiscus)* que l'on trouve au-dessus du deuxième niveau à Hippurites de Sougraigne. Le parallélisme entre ces dernières couches de l'Aquitaine et des Corbières s'impose donc et s'étend par suite au niveau supérieur à *Hipp. sulcatus* de la Montagne des Cornes, qui ne renferme pas le *Placenticeras syrtale* et qui m'a paru d'ailleurs toujours un peu plus récent que les derniers bancs à *Hippurites* des environs de Sougraigne.

J'aurais encore bien des objections à faire au sujet des autres niveaux à Hippurites. Je traiterai d'ailleurs cette question plus longuement dans mon travail sur l'Evolution des Hippurites, que j'espère présenter prochainement à la Société. Pour le moment, si M. de Grossouvre veut bien venir voir les nombreux matériaux sur lesquels j'ai basé mes observations, il lui sera facile de se rendre compte de la succession des neuf niveaux à Hippurites que j'ai signalés et de s'assurer en même temps qu'il y a parfaite concordance entre les évolutions des formes d'Ammonites et d'Hippurites.

M. **Depéret**. — *Sur les caractères crâniens des* Lophiodon.

Il présente à la Société deux des six crânes en parfait état, qu'il a recueillis dans les limons continentaux éocènes (Bartonien) des bords de l'Ognon non loin de la Livinière (Minervois). Ce gisement, qui a été d'abord signalé par M. Miquel, est remarquable par la richesse et la beauté de sa faune de Vertébrés terrestres qui comprend : *Lophiodon leptorhynchus* Filhol, *Pachynolophus* aff. *Duvali* Pomel, *Pachynolophus cesserasicus* Filhol, *Hyopotamus* sp., *Hyænodon* aff. *Schlosseri* Rüt., Crocodiles, Tortues, etc.; cette faune sera plus tard l'objet d'une étude détaillée.

Le crâne des *Lophiodon* diffère de celui des Tapirs beaucoup plus qu'on aurait pu le supposer d'après les affinités de la dentition : le museau est épais, cylindroïde, avec de faibles échancrures naso-maxillaires, n'atteignant pas le niveau de la canine ; il n'y avait point de place pour une trompe charnue : le front est large et arrondi au lieu d'être étroit et anguleux ; la région postérieure du crâne est bien plus allongée que dans le Tapir et présente, comme chez les Rhinocéros, un prolongement ou *visière occipitale* dépassant l'aplomb des condyles. D'autres différences se montrent à la face inférieure du crâne : les trous palatins antérieurs sont plus petits que dans le Tapir et séparés par une bride osseuse médiane ; l'orifice postérieur des fosses nasales est beaucoup plus étroit ; la surface articulaire de la mâchoire plus large et moins serrée en arrière par l'apophyse mastoïde. Dans l'ensemble, le crâne du Lophiodon rappelle davantage celui des *Acerotherium*, dont il reste encore fort différent par la région antérieure.

Les trois familles des *Lophiodon*, des Tapirs et des Rhinocéros constituent donc trois rameaux parallèles indépendants, se rattachant à quelque souche commune très ancienne encore inconnue.

Un certain nombre des caractères crâniens du *Lophiodon* et en particulier de la face inférieure du crâne se retrouvent chez le *Coryphodon* de l'Eocène inférieur d'Europe et d'Amérique ; sans

constituer un lien de parenté direct avec le *Lophiodon*, cette communauté de caractères peut être attribuée à des affinités communes avec quelque Amblypode primitif inconnu et vient à l'appui de l'opinion de Cope, qui voit, dans le groupe des Amblypodes, la souche primitive des Pachydermes.

A la suite de cette communication, M. **M. Boule** présente quelques observations.

Il ne croit pas que les très belles pièces que vient d'exhiber M. Depéret soient suffisantes pour démontrer qu'il n'y a pas de liens directs entre les Lophiodons et les Tapirs. Certes le crâne ou plutôt la face est fort différente dans les deux genres, mais la différence principale a pour cause la présence d'une trompe chez le Tapir et cet organe est évidemment d'acquisition récente. C'est une spécialisation qui a dû se faire peu à peu.

Il s'élève surtout contre les relations que croit pouvoir établir M. Depéret entre les *Lophiodon* et les *Coryphodon*. Ces deux genres ont une dentition tout à fait différente. Le *Coryphodon* et son proche parent le *Dinoceras* sont des types très spécialisés, qui ont dû s'éteindre sans se transformer en des formes nouvelles. Il est possible, il est même probable que les *Lophiodon* étaient pentadactyles, mais tous les groupes ont commencé par avoir cinq doigts. Dans l'état actuel de la science, on ne peut guère s'adresser, pour chercher les formes ancestrales des Lophiodons, qu'au groupe si vaste, si varié et si synthétique des Condylarthrés ; il faut avouer d'ailleurs qu'une telle recherche manque absolument de précision pour le moment.

M. **A. de Grossouvre.** — *Sur les cailloutis à silex du bassin de la Seine.*

Dans la note que j'ai eu l'honneur de présenter à la dernière séance, j'ai signalé un cailloutis d'âge pliocène situé sur le Calcaire de Beauce, aux environs d'Etampes : j'exprimais l'opinion que l'on en retrouverait d'analogues en d'autres points du bassin de la Seine. Une note déjà ancienne de M. G. Dollfus, qui vient seulement de me passer sous les yeux en feuilletant le volume de 1894 de notre Bulletin, confirme cette prévision. En effet, notre savant confrère signale entre Moret et Paris, à des altitudes variant de 147 m. à 85 m., toute une série de dépôts graveleux qu'il a classés dans le Pliocène. Les différences d'altitude qu'ils présentent entre points très voisins, sont souvent considérables, ce qui laisse supposer qu'ils ne sont peut-être pas tous exactement du même

âge ; une étude sur le terrain permettra de fixer ce point. Quoi qu'il en soit, d'après leur composition minéralogique, les silex jurassiques et crétacés qu'ils renferment, ils me paraissent présenter une extrême analogie avec le gisement dont j'ai parlé et, par conséquent, ils doivent s'y rattacher plus ou moins directement. Nous voyons donc que ces terrains prennent dans le bassin de la Seine une extension qui est loin d'être mise en évidence par les cartes géologiques publiées, tandis qu'au contraire le Miocène y est indiqué avec un développement exagéré.

Pour découvrir l'origine des dépôts signalés par M. G. Dollfus, il me suffira de rappeler que M. Douvillé a, dans le texte explicatif de la feuille d'Orléans, fait remarquer que d'importants dépôts caillouteux, situés sur les rives du Loing et du Vernisson et se prolongeant vers Briare, paraissent témoigner de l'ancienne existence d'un cours d'eau considérable.

De cette manière nous apparaît la liaison des dépôts graveleux qui bordent la vallée de la Seine, au-dessous de son confluent avec le Loing, avec ceux que je signalais entre Gien et Briare, lesquels se rattachent eux-mêmes à ceux des parties culminantes de la Sologne et à ceux du plateau de la Beauce.

Les observations de M. Dollfus nous apportent donc une nouvelle preuve de la conclusion à laquelle j'arrivais : que *l'ouverture de la vallée de la Loire en aval de Gien n'a pas eu lieu à l'époque miocène et qu'elle est de date beaucoup plus récente.*

Répondant brièvement aux objections formulées dans la dernière séance contre la note qu'il avait présentée, M. de Grossouvre fait tout d'abord remarquer que la présence de galets de basalte dans les graviers culminants de la Sologne ne peut être contestée : ces galets ont été recueillis par lui en 1896 dans une excursion faite avec M. Gauchery et leur détermination a été confirmée par M. Michel Lévy (lettre du 9 novembre 1896), qui a conservé les échantillons : il ne serait pas difficile d'ailleurs d'en retrouver d'autres ; s'ils sont restés inaperçus des observateurs précédents, ce n'est pas une raison pour qu'ils n'existent pas.

En ce qui concerne la présence de cailloux et de galets de quartz et de silex dans les sables de la Sologne, M. de Grossouvre la conteste formellement : pour lui cette opinion est uniquement basée sur la confusion faite entre les vrais sables de la Sologne et le cailloutis pliocène, point qu'il se propose de mettre en évidence dans une prochaine note.

M. A. de **Grossouvre**. — *Sur les étages danien et montien.*

L'étage danien a été établi en 1846 par Desor, qui a pris pour type les calcaires de Faxe et de Saltholm, lesquels succèdent, en concordance absolue, à la craie blanche à *Bel. mucronata*.

Le Montien a été créé par Dewalque (1868) pour les couches fossilifères rencontrées au puits Coppée, près Mons : M. Rutot a montré que le calcaire de Mons est seulement un faciès plus cotier ou lagunaire du tuffeau de Ciply et que celui-ci, ainsi que son poudingue de base et le calcaire de Cuesmes, renferment un nombre considérable d'espèces montiennes.

Les types de ces deux étages étant constitués par des couches de faciès différent, une comparaison directe n'est pas possible et nous nous trouvons en présence de difficultés de même ordre que celles qui autrefois ont donné lieu à des polémiques si vives et si prolongées, par exemple lorsqu'il s'est agi de l'attribution de certaines couches à l'Oxfordien ou à l'étage supérieur appelé alors Corallien.

L'examen d'une série de coupes pourra seul nous permettre de fixer sans incertitude les relations des deux étages en question.

Si, dans les Landes, à Tercis, les couches daniennes typiques succèdent immédiatement au Sénonien le plus supérieur à *Am. colligatus*, tout comme en Danemark le calcaire de Faxe succède à la craie blanche, nous voyons un peu plus loin à l'est, dans la Haute-Garonne, la faune montienne s'intercaler au milieu de couches à faune danienne et plus loin encore, en Provence, M. Vasseur nous a signalé l'existence d'un niveau calcaire à *Physa montensis* à la base des couches à *Physa prisca* et au-dessus des couches de Rognac à *Lychnus* et à *Bauxia*. Or, les premières sont l'équivalent lacustre des couches daniennes de la Haute-Garonne et les secondes du Sénonien à *Am. colligatus*.

De là résulte que les couches à faciès danien et à faciès montien peuvent, suivant les localités, se succéder dans un ordre quelconque et, par conséquent, qu'elles appartiennent à la même zone : les étages danien et montien sont donc équivalents et, par droit de priorité, le nom du premier doit seul subsister dans la nomenclature.

M. G. **Dollfus**. — *Sur les sables granitiques du bassin de Paris.* Dans la note dont M. le Secrétaire vient de donner lecture, M. de Grossouvre veut bien rappeler que j'ai depuis longtemps étudié les sables fluviatiles du bassin de Paris, et en effet, dans l'établissement de la feuille de Melun de la Carte géologique, j'ai délimité, en 1891-1893, trois genres de dépôts fluviatiles séparables

d'après leur composition, leur gisement en altitude et diverses particularités qui leur étaient propres :

1° Des sables granitiques gris plus ou moins kaoliniques, plus ou moins graveleux (sans cailloux de basalte), développés sur les plateaux de calcaire de Beauce dans la région d'Etampes et à l'ouest de la feuille, dont un lambeau très graveleux existe au-dessus de Morigny, bien plus graveleux que celui de Ville-Sauvage dont a parlé M. de Grossouvre, en opposition par exemple à un autre peu éloigné, à Brières, où je n'ai pas noté de graviers ; vaste couverture qu'il faut classer dans le *Miocène inférieur*, au niveau des sables de l'Orléanais et de la Sologne.

2° Des sables graveleux dans lesquels l'élément granitique est également abondant, mais s'y trouve à l'état nettement remanié, sans kaolin, toujours sans basalte, avec nombreux cailloux de silex, de grès, de meulière, etc., disposés en amas rubéfiés sur des points culminants et en haute terrasse, sur le trajet de la Seine, de Bois-le-Roi à Villecresnes, et où il ne paraît pas qu'aucun outil humain ni ossement n'aient été encore découverts ; j'ai classé ces cailloutis dans le *Pliocène*.

3° Des sables graveleux diluviens, en terrasses peu élevées sur le bord même de la Seine et entre ses méandres, à éléments de silex crétacés prépondérants, fragments granitiques et feldspathiques très roulés, débris de l'industrie humaine, faune à *Elephas* bien connue, dont le classement dans le *Quaternaire* est hors de doute. J'ai retrouvé la même série de dépôts sur la feuille de Rouen de 1894 à 1898 et j'ai suivi sur une grande étendue les sables granitiques miocènes et les graviers pliocènes côte à côte.

Sur la feuille d'Evreux, qui est actuellement tirée, j'ai délimité de 1898 à 1901, sur plus de 60 kilomètres, les sables de la Sologne de ceux du Pliocène et du Quaternaire. J'ai, depuis lors, eu l'occasion de revoir ces formations sur la feuille de Chartres en préparation, j'ai recueilli des centaines d'échantillons que j'exposerai quelque jour; il semble donc que j'ai acquis une certaine expérience de toutes ces formations. Entre temps, j'ai remonté la vallée du Loing, le Vernisson et la région jusqu'à Briare et il m'a paru que les sables marqués P par M. Douvillé sur les feuilles de Gien et d'Orléans représentaient non pas un dépôt pliocène mais un faciès graveleux des sables de la Sologne.

M. de Grossouvre a préconisé, avec trop d'énergie, dans ses travaux sur la Craie, la théorie des faciès, pour se refuser à admettre que les sables de la Sologne peuvent se modifier latéralement sur la vaste étendue qu'ils couvrent et qu'ils peuvent devenir graveleux.

Je reconnais volontiers qu'ils gardent sur une très grande surface le même faciès très remarquable, mais ce caractère n'a rien d'absolu et on trouvera des détails complémentaires sur leur aspect multiple dans le compte-rendu des travaux des collaborateurs de la Carte géologique de France pour 1901, qui vient de paraître.

Dans la vallée de la Loire, un élément nouveau très important de distinction entre les dépôts miocènes et les graviers pliocènes ou quaternaires apparaît, c'est la présence de débris basaltiques. Je n'en ai jamais trouvé aucune trace dans les nombreux points où j'ai observé les sables de la Sologne, et M. de Grossouvre peut croire que j'y ai donné toute mon attention, dans les sablières et ballastières de Montargis, de la vallée du Vernisson, de Briare, etc.

J'ose à peine répondre à l'argument tiré de la présence de galets de basalte dans les graviers culminants de la Sologne. J'ai questionné M. Gauchery, en présence duquel le fragment en question aurait été découvert; or, il m'a appris que cet unique échantillon avait été recueilli à la surface du sol, dans un cimetière; ce qui lui fait perdre toute importance.

J'ajouterai qu'au nord de la Sologne, au-dessus du calcaire de Beauce, à Olivet, j'ai trouvé des graviers élevés à éléments basaltiques, ce qui m'a fait colorier, sur la feuille de Beaugency, quelques plateaux de la Sologne bordant la Loire en diluvium a[1]. Quelques-uns de ces dépôts sont peut-être pliocènes. Dans la Sologne centrale et méridionale on trouve à la surface un diluvium dont les éléments sont exclusivement locaux et empruntés aux roches du bassin supérieur du système fluviatile actuel. Toutes mes observations se tiennent bien et je suis surpris qu'on puisse emprunter des arguments à mes propres recherches pour arriver à une conclusion toute différente de la mienne.

M. C. **Chatelet**. — *Sur la présence de blocs de mollasse dans les sables pliocènes de Jonquerettes (Vaucluse).*

Au sud du petit village de Jonquerettes (Vaucluse), on rencontre un escarpement de sables jaunâtres, dont l'aspect rappelle celui des sables astiens de Saint-Laurent-des-Arbres et Tavel (Gard).

On y remarque, à différents niveaux, des blocs d'une mollasse résistante renfermant de nombreux petits galets siliceux et présentant le même faciès lithologique que la mollasse qui surmonte la butte de Linsolas [1], près de Villeneuve-lez-Avignon (Gard).

1. Ed. Pellat. Etude stratigraphique et paléontologique sur les terrains tertiaires de quelques localités de Vaucluse et du Gard. *B. S. G. F.*, (3), XXIV, 1896.

Ces blocs roulés, ou plus exactement usés par les eaux, se trouvent dans toute la partie comprise entre Jonquerettes et Gadagne. Ils sont toujours noyés au milieu des sables ou des alluvions à quartzites alpins. Comme ceux que l'on rencontre sur le coteau de Bellevue (Gard), en face Avignon, ils ne se trouvent jamais dans le Schlier sous-jacent.

M. Pellat [1] a expliqué la présence de ces derniers, sur les marnes sableuses à *Pecten Gentoni*, noyés au milieu des galets, par le démantèlement sur place de la mollasse helvétienne que supportait le Schlier en ce point.

La présence des blocs mollassiques de Jonquerettes est évidemment due à la même cause. Ce sont les derniers restes d'un îlot helvétien que la mer plaisancienne avait respecté et que le violent courant d'eau douce qui a déposé les sables et les galets a démantelé.

On peut d'ailleurs voir encore en place sur le Schlier, un peu plus au sud, un important lambeau de mollasse qui a résisté à l'action du fleuve pliocène.

M. Pellat [2] a observé le même fait (couche brisée, usée) sur le Schlier à Courthézon (Vaucluse).

C. **Chatelet.** — *Sur l'Aquitanien d'Aramon (Gard).*

A peu de distance à l'est de la gare d'Aramon (Gard), la voie ferrée traverse des marnes rougeâtres, jaunâtres par altération, renfermant de nombreux nodules de même couleur. Ces marnes sont intercalées entre les bancs d'un conglomérat à éléments assez volumineux, usés, empruntés au Néocomien sous-jacent.

Cette formation est indiquée sur la carte géologique (feuille 222, Avignon) comme appartenant au poudingue d'Euzet qui est Bartonien. Mais M. Pellat [3], dans la séance du 17 décembre 1900 de la Société géologique de France, a rapporté ces dépôts à l'Aquitanien, par suite de la découverte de nombreux moules d'*Helix*, dont quelques-uns peuvent être rapportés à l'*Helix Ramondi* Brong.

Je me permets d'ajouter aux observations de notre confrère, que le conglomérat se retrouve sur le tunnel d'Aramon, où l'on peut bien se rendre compte de l'intercalation des marnes rougeâtres entre les bancs du conglomérat, et enfin que parmi les nombreux moules d'*Helix* que l'on recueille dans ces marnes, on peut distinguer trois à quatre formes.

1. Observations sur le terrain miocène des environs d'Avignon (Lettre de M. E. Pellat au Président de l'Académie de Vaucluse). Avignon, 1897.
2. Renseignements verbaux.
3. *C.-R. S. S. G. F.*, 1900, p. 158.

J'y ai recueilli quelques moules d'un *Helix*, à spire surbaissée, montrant sur le bord inférieur de l'ouverture une légère dépression, qui paraît indiquer que la coquille était munie d'une denticulation peu proéminente à l'intérieur du péristome. Par son galbe et sa taille, cette espèce pourrait se rapprocher de *H. subsenilis* Cr. et Fisch. des argiles dellysiennes du polygone d'artillerie de Constantine.

M. Nicolas, qui, le premier, avait visité cette localité, y avait recueilli, d'après ce qui m'a été rapporté, un *Cyclophorus* (?). Dans toutes nos recherches, MM. Pellat, Joleaud, Bartesago et moi, nous n'avons pu recueillir que des *Helix*.

M. **Edm. Pellat** en envoyant à la Société cette note, qu'il est empêché de présenter lui-même, ajoute qu'il vient d'examiner à Dijon les *Helix* du conglomérat des Chartreux, conglomérat étudié, jadis, par Tournouër. Avec *Helix Ramondi* Brong. et *Cyclostoma Divionense* Martin, le conglomérat de Dijon contient de nombreux *Helix Lucani* Tourn., que l'on trouve aussi à Aramon (Gard).

REMARQUES
SUR LE CLIMAT DE LA PÉRIODE GLACIAIRE
DANS LES KARPATES MÉRIDIONALES

par M. E. de **MARTONNE**

Depuis que j'ai communiqué en 1900 à la Société les résultats de mes deux premières campagnes dans les Karpates valaques, relativement aux traces de la période glaciaire, une nouvelle campagne m'a permis de préciser certains points, de compléter et rectifier dans une certaine mesure les conclusions présentées (*C. R. Ac. Sc.*, 11 février 1901).

Le rapprochement des résultats obtenus, pour la limite des neiges éternelles dans les différents massifs des Karpates, avec des faits climatologiques, m'a conduit depuis à des considérations d'un intérêt plus général, dont je crois devoir présenter dès maintenant un résumé.

La limite des neiges éternelles atteignait 1900 m. dans le Csukas, où il n'y a pas de traces glaciaires. Dans les Fogarash et le Paringu,

elle descendait à 1850 m. Dans les monts de la Cerna, situés à l'endroit où les Karpates se recourbent pour aller se raccorder avec le Balkan, les faits que nous avons constatés prouvent incontestablement qu'elle arrivait presque à 1.600 m. Comme nous l'avons tout d'abord indiqué, on peut ne voir, dans cette rapide descente de la limite des neiges éternelles vers l'ouest, que la confirmation de la loi formulée par Partsch, Penck et autres. Une étude plus serrée nous a montré qu'on doit y reconnaître le jeu de causes locales, spéciales à la Valachie et aux Karpates méridionales.

La limite très basse des neiges éternelles dans les monts de la Cerna, ne s'applique qu'au versant est. D'après les observations de Schafarzik dans le Sarko, la limite des neiges sur le versant nord aurait été à peu près la même que dans le Paringu. — Dans ce massif, elle était beaucoup plus basse sur les pentes tournées à l'est que sur celles tournées à l'ouest. Dans les Fogarash et surtout le Jeseru, le contraste entre les versants exposés à l'est et ceux exposés à l'ouest est plus grand qu'entre les versants nord et sud; la glaciation a été aussi considérable sur le versant sud que sur le versant nord. Même observation pour le massif du Retiezat. Dans le Surian, les cirques et la moraine signalée par Lehmann sont tournés vers l'est.

Plus on entre dans le détail, plus on reconnaît que les conditions de la glaciation ont été surtout différentes entre les versants est et ouest; le versant ouest étant, au contraire de ce que l'on observe dans l'Europe occidentale, le moins couvert de glaces.

En classant les observations de flaques de neige pérennes faites par Lehmann, Popovici-Hatzeg et par nous, on constate que la plupart sont sur des pentes tournées à l'est, très peu sur des pentes tournées à l'ouest, tandis que les proportions sont à peu près les mêmes sur les versants sud et nord. Cette observation prouve que les conditions relatives d'enneigement n'ont pas changé depuis la période glaciaire.

Il n'est pas indifférent de remarquer que nos études sur une limite d'altitude différente, mais également en rapport avec les faits climatiques, montrent les mêmes contrastes. La limite des forêts s'abaisse constamment davantage sur le versant est que sur le versant ouest, et même elle est souvent plus basse sur le versant sud que sur le versant nord.

Nous sommes conduits à admettre que les conditions d'insolation n'ont pas été la raison principale qui a déterminé les contrastes dans la répartition des glaciers de la période glaciaire. Les précipitations atmosphériques peuvent, on le sait déjà, abaisser nota-

blement la limite des neiges éternelles, lorsqu'elles sont plus abondantes. L'explication des anomalies constatées nous semble donnée par le fait qu'à l'heure actuelle, les vents pluvieux sont en Valachie les vents d'est et non les vents d'ouest, comme dans l'Europe occidentale, fait qui n'avait jamais encore été signalé[1]. Les vents du sud-est eux-mêmes sont des vents pluvieux. Ainsi s'explique que la limite des neiges éternelles ait été constamment plus basse, les glaciers plus développés, et par suite les cirques mieux formés et plus beaux sur les pentes tournées à l'est.

Nulle part le fait n'est plus évident que dans les Monts de la Cerna, et nulle part le contraste n'est plus frappant entre les versants. C'est que les Monts de la Cerna sont le seul point où les Karpates méridionales offrent une chaîne supérieure à 2000 m. perpendiculaire à l'axe des vents pluvieux. Aussi c'est ici que nous trouvons la plus basse limite des neiges éternelles ; c'est ici que nous avons découvert la plus belle moraine, descendant jusqu'à 1437 m., avec un complexe fluvio-glaciaire réduit, mais absolument complet. Si l'on considère une carte des pluies telle que celle dressée récemment pour la Roumanie (Hepites : Régime pluviométrique de la Roumanie), on voit que la bordure des Monts de la Cerna est le point où les précipitations sont à l'heure actuelle le plus abondantes ; le seul endroit où la sécheresse hivernale, qui caractérise en Valachie le régime des pluies de montagne, n'existe pas.

Tout nous conduit donc à admettre que le climat de la période glaciaire en Valachie ne devait pas très sensiblement différer du climat actuel, quant à la direction des vents principaux et la distribution des précipitations. Il était sans doute plus froid, mais surtout plus pluvieux. L'étude de la diminution de la température avec l'altitude nous a conduit à admettre pour l'isotherme 0° de juillet une altitude de 3000 m. environ, de sorte qu'il suffirait d'un abaissement de quelques degrés pour la faire descendre à près de 2000 m.

Cette constatation a son importance pour expliquer les périodes d'érosion et de comblement que manifestent les terrasses des vallées, et sur lesquelles nous nous proposons de revenir. Ces périodes coïncident avec les deux phases glaciaires, et la phase interglaciaire dont nous avons déjà essayé de démontrer l'existence dans les Karpates méridionales.

1. Les chiffres inédits qui permettent de l'établir nous ont été obligeamment communiqués par M. Hepites, directeur de l'Institut météorologique de Roumanie.

OBSERVATIONS SUR L'INTERPRÉTATION DE LA COUPE DE CASEVILLE (BIDART) (BASSES-PYRÉNÉES)

par M. L. CAREZ.

Depuis que M. Léon Bertrand a émis l'hypothèse du charriage, avec origine lointaine, des affleurements triasiques des environs de Bayonne et de Biarritz, j'ai eu l'occasion de revoir les falaises entre Biarritz et Bidart, et cette nouvelle visite n'a fait que confirmer l'opinion que j'avais exprimée dans une précédente séance.

Je ne m'occupe d'ailleurs ici que de la falaise, n'ayant pas fait d'observations suffisantes dans l'intérieur pour pouvoir discuter utilement.

En premier lieu, je considère qu'au lieu dit Caseville, il n'y a certainement qu'une seule bande de Trias, et non pas deux, comme le pense M. L. Bertrand. La bande rouge la plus septentrionale n'est qu'un accident limité dans le Crétacé, comme on en constate fréquemment : on peut la voir passer latéralement aux marnes grises du Cénomanien, malgré l'extrême exiguïté de l'affleurement de Caseville. Elle ne contient ni gypse, ni quartz et n'a même pas la teinte un peu brunâtre du Trias.

Je puis encore moins suivre M. L. Bertrand, lorsqu'il déclare avoir reconnu encore deux bandes de Trias à Mouligna [1]. Je ne vois même pas avec quelles couches il parvient à constituer sa bande supérieure.

En outre, je ne crois pas devoir admettre la continuité des deux affleurements de Caseville et de Mouligna. Il ne faut d'abord pas oublier qu'ils sont *séparés par une plage de sable ne laissant percer aucun affleurement*, et que par suite la manière de voir de M. L. Bertrand n'est pas le résultat d'une observation directe. Si je remarque de plus, d'une part, que, depuis Briscous, la bande triasique qui aboutit à Caseville a une direction est-ouest sensiblement rectiligne et que cette direction se maintient jusqu'à l'extrême limite de l'affleurement au bord de la falaise, et que, d'autre part, le gisement de Mouligna est entouré sur plus de la moitié de sa circonférence par les couches éocènes, je trouve bien

1. J'ai, par inadvertance, désigné cet affleurement sous le nom de Sacchino dans le Compte rendu sommaire de la séance du 26 mai 1902, p. 77.

peu de présomptions en faveur de l'hypothèse de la continuité. J'ajouterai qu'il faudrait supposer un double rebroussement à angle très aigu, donnant à la projection de la bande l'apparence d'un *Z*, et cela sans que l'on voie même une indication de ces brusques déviations ni sur l'un ni sur l'autre des affleurements.

Il me paraît tout à fait improbable que le Trias ait une allure si différente, dans la partie invisible de son parcours, de celle qu'il présente dans les parties visibles et je crois que l'affleurement de Mouligna, dû à un bombement spécial, est isolé de la bande de Caseville. Peut-être faudrait-il y voir le prolongement de la deuxième bande que M. L. Bertrand a reconnue plus à l'est.

J'arrive maintenant à l'examen de l'hypothèse du charriage lointain de la bande triasique, émise par notre savant confrère.

Si le lecteur veut bien se reporter soit à la coupe que j'ai donnée [1], soit à celle de M. L. Bertrand [2], il y verra que le Trias, en une ou deux bandes, — peu importe pour la question que je traite en ce moment, — est incliné de 60° N., repose sur le Danien et est recouvert par le Cénomanien.

Il y a donc là, à n'en pas douter, un double contact anormal : mais alors que j'y vois simplement l'effet d'un accident produit sur place, M. L. Bertrand pense au contraire que le Trias, et naturellement aussi le Cénomanien qui le surmonte, sont des couches charriées, provenant d'une grande distance, vraisemblablement du sud.

Depuis que l'existence de nappes charriées de provenance lointaine a été démontrée dans les Alpes, il y a une tendance à en rechercher partout, même dans les régions où les mouvements orogéniques ont été beaucoup moins intenses. Il n'est certes pas impossible *a priori* que des phénomènes analogues se rencontrent dans les Pyrénées, mais il faudrait pour les admettre des arguments semblables à ceux qui ont entraîné la conviction de la majorité des géologues pour la région alpine. Il faudrait notamment démontrer que les terrains qui constituent la prétendue nappe charriée ont un faciès différent de celui des couches en place ; or, pour Caseville, une pareille démonstration n'a même pas été tentée.

En émettant son opinion, M. L. Bertrand n'indique pas d'ailleurs la provenance possible de la nappe charriée : il se borne à dire qu'elle vient vraisemblablement du sud. Je crois en effet que, si l'hypothèse était admise, ce serait de ce côté qu'on devrait chercher

1. *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 392. — Livret-guide du Congrès géologique international de 1900, XIX.
2. *B. S. G. F.*, (4), II, p. 87.

la racine, mais on ne trouve pas de Trias dans cette direction avant la Rhune. Il faudrait une bien grande hardiesse pour soutenir que la nappe charriée est venue d'une aussi grande distance sans laisser sur cette longue route aucune trace de son passage. De plus, on sait, par les descriptions de divers géologues, que le faciès des couches de la Rhune diffère entièrement de celui de Caseville.

Enfin, un phénomène de cette nature ne peut être limité à un point : si les actions orogéniques ont été assez puissantes pour produire un pareil déplacement à Caseville, qui est éloigné des principales zones de plissement, on devrait en trouver à plus forte raison dans la partie centrale de la chaîne. Or, depuis plus de vingt ans que j'explore les Pyrénées, je n'ai jamais rien constaté d'analogue : j'ai vu en un grand nombre de points des chevauchements et des recouvrements (Bugarach, gorges de Saint-Georges, Saint-Girons, Bagnères-de-Bigorre, etc.), mais je ne connais aucun exemple de charriage lointain. Caseville serait une exception.

En résumé, je suis d'accord avec mon savant ami M. Léon Bertrand, sur l'attribution au Trias des marnes rouges de Caseville et sur le fait que ces marnes sont en contact anormal sur leurs deux faces. Mais je ne crois pas à l'existence de deux lames distinctes de Trias, à Caseville et à Mouligna, à la continuité de ces deux affleurements, ni à l'origine lointaine de la bande triasique.

M. L. **Carez** vient de terminer l'étude, pour le Service de la Carte géologique de France, de la vallée de la Garonne vers Boussens et Saint-Martory, et il est arrivé, au sujet de la coordination des plis sur les deux rives du fleuve, à des conclusions différentes de celles qui ont été soutenues jusqu'ici.

On sait que les synclinaux de la rive droite sont sur le prolongement des anticlinaux de la rive gauche et réciproquement et que cette disposition singulière a été considérée comme la preuve de l'existence d'une faille ou d'une torsion dans le lit du fleuve. Or l'examen minutieux de tous les affleurements montre qu'il n'y a aucune continuité entre les plis des deux rives : l'anticlinal de Plagne n'est pas la suite de celui de Proupiary, mais ces deux plis se terminent brusquement par un abaissement d'axe à l'approche de la vallée de la Garonne.

L'indépendance des deux anticlinaux est démontrée par la direction O.N.O.-E.S.E. des couches vers Mancioux, alors que dans l'hypothèse de la torsion, cette direction devrait être N.E.-S.O.

M. Carez annonce en outre qu'il persiste à croire à l'existence du

Trias à Betchat, malgré l'opinion contraire émise récemment par M. Roussel et donne quelques explications sur les rapports de ce Trias avec le Crétacé et le Tertiaire.

M. **Haug** se demande si l'abaissement d'axe correspondant au passage de la vallée de la Garonne — entièrement conforme à la théorie des vallées de M. Lugeon — n'expliquerait pas le lambeau de Trias de Salies-du-Salat, qui pourrait dans ce cas être envisagé sans difficulté comme un lambeau de recouvrement.

M. **A. Guébhard** observe qu'il semble y avoir une grande analogie entre le cas cité par M. Carez et celui de La Bastide (Var), dont l'analyse a été publiée au *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 594 (18 déc. 1899). En mainte autre circonstance où l'observation locale rend inadmissible, dans la partie des Alpes-Maritimes qu'a étudiée M. Guébhard, l'hypothèse d'un paquet de recouvrement, il paraît, au contraire, tout naturel que l'amenée du Trias plastique, au milieu de terrains plus récents, ait pu avoir lieu à la manière d'un magma volcanique, expulsé, sous la pression du simple poids ou des mouvements de contracture de la croûte rigide superposée, à travers quelque fracture, dont l'origine tectonique, presque toujours anticlinale, est généralement facile à reconnaître.

Tel est, entre autres, incontestablement le cas de l'apparition triasique observable à l'est du village de La Garde (Basses-Alpes), au bord de la route nationale n° 85, à quelques mètres en dessous de la borne kilométrique 106, où l'on voit le gypse former le noyau, complètement recouvert, d'une voûte néocomienne bien caractérisée, attenante elle-même, par son flanc sud, à un plan de discontinuité synclinale, qui ramène le Cénomanien inférieur en contrebas du Néocomien.

Ici, comme en différents points de la commune d'Eoulx (Basses-Alpes), et notamment au hameau de Costevieille, où le gypse forme, à travers les divers niveaux du Crétacé et de l'Eocène lacustre, un long pointement nucléiforme, nettement anticlinal, se dirigeant du nord-ouest au sud-est, c'est-à-dire d'une manière toute différente de celle qu'indique la feuille de Castellane, et beaucoup plus loin, jusque sur la commune de Châteauvieux (Var), le rubannement caractéristique du gypse bariolé et les complications ondulatoires de sa structure feuilletée, pseudo-stratifiée, ont, pour ainsi dire, enregistré d'une manière évidente l'état semi-fluide qui a dû être celui d'éjection de la substance pâteuse, amenée au jour par pression, de bas en haut, et nullement tombée de haut en bas, ou charriée horizontalement.

Séance du 2 Juin 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président annonce deux présentations.

M. **Toucas**. — *Sur l'origine et la classification des Hippurites.*

Les premiers bancs à Hippurites de l'Angoumien inférieur ne renferment que trois formes primitives : l'*Hipp. Requieni* Math., avec pores linéaires, l'*Hipp. inferus* Douv. et une forme voisine, à pores également réticulés, représentant la forme ancienne de l'*Hipp. petrocoriensis* Douv.

L'*Hipp. resectus* Defr., qui accompagne partout l'*Hipp. Requieni*, n'en est qu'une variété à valve supérieure pustuleuse et à valve inférieure fortement costulée.

Ces formes étant apparues simultanément, il n'est pas possible d'affirmer qu'il y ait eu au début un type ancestral commun et, comme les Hippurites à pores polygonaux n'ont pas eu de représentant dans tout l'Angoumien inférieur, il faut aussi renoncer à les considérer comme formant une branche indépendante.

Il n'y aurait donc en réalité que deux branches principales, les formes à pores linéaires et les formes à pores réticulés, les formes à pores polygonaux ne constituant plus que des groupes particuliers dérivés des deux branches principales.

Cette hypothèse, basée sur l'ordre d'apparition des formes primitives, trouve son explication dans la transformation des pores linéaires ou réticulés en pores polygonaux ou denticulés et concorde parfaitement avec certains caractères internes. Ainsi, dans les Hippurites à pores linéaires, l'appareil cardinal est disposé presque perpendiculairement à l'axe de l'arête cardinale, la cavité accessoire antérieure est toujours très petite et la portion occupée par les trois replis, relativement très grande, varie entre le tiers et le quart du pourtour.

Dans les Hippurites à pores réticulés, au contraire, l'appareil cardinal suit une direction très peu inclinée par rapport à l'axe de l'arête cardinale, la cavité accessoire antérieure est toujours très grande, et la portion occupée par les trois replis, beaucoup plus petite, varie entre le quart et le huitième du pourtour.

Ces deux grandes branches, déjà distinctes par la nature de leurs pores, présentent donc des caractères génériques bien tranchés. Il n'en est pas de même pour les formes à pores polygonaux. Dans cette branche, les caractères précédents varient suivant les groupes : dans le groupe de l'*Hipp. sulcatus*, la section donne les mêmes dispositions que dans les formes à pores réticulés ; dans le groupe de l'*Hipp. variabilis*, elle reproduit exactement les caractères des formes à pores linéaires ; dans le groupe de l'*Hipp. Toucasi*, elle présente une disposition intermédiaire, mais cependant plus voisine de ces dernières.

On peut donc conclure qu'il y a indépendance absolue entre les formes à pores linéaires et les formes à pores réticulés, que les formes à pores polygonaux doivent être réparties d'après leur affinité avec ces deux grandes branches, le groupe de l'*Hipp. sulcatus*, dans les Hippurites à pores réticulés, les groupes de l'*Hipp. variabilis* et de l'*Hipp. Toucasi*, dans les Hippurites à pores linéaires.

Cette répartition des Hippurites en deux grandes divisions correspond exactement aux deux sections établies par Fischer :

1° *Orbignya* Woodward, 1862.
2° *Vaccinites* Fischer, 1887.

La première section, dont le type est l'*Hipp. bioculatus* Lamk., a comme caractère distinctif une arête cardinale non développée.

La deuxième section, qui a pour type l'*Hipp. cornuvaccinum* Bronn, est au contraire caractérisée par une arête cardinale bien développée.

Or, ce caractère de l'arête cardinale répond bien aux deux grandes branches.

Dans la première, rentrent les formes à arête cardinale triangulaire, ou pourvues d'un simple bourrelet, qui peut même disparaître, soit :

1° Tous les Hippurites à pores linéaires ;
2° Les groupes de l'*Hipp. variabilis* et de l'*Hipp. Toucasi* des Hippurites à pores polygonaux ;
3° Les *Batolites* ;
4° Les *Barrettia*.

La deuxième section comprend les formes à arête cardinale allongée et lamelliforme, soit :

1° Tous les Hippurites à pores réticulés et subréticulés ;
2° Les groupes de l'*Hipp. sulcatus* et de l'*Hipp. cornuvaccinum* (réunis en un seul) des Hippurites à pores polygonaux ;
3° Les *Pironæa*.

M. **A. de Grossouvre.** — *Sur la constitution des sables de la Sologne aux environs de Gien.*

M. Dollfus, dans une communication précédente, nous a fait connaître qu'aux environs de Gien les sables de la Sologne deviennent graveleux et se mélangent de silex et de chailles : cette opinion, à mon avis, résulte d'une confusion entre deux terrains différents.

Nous trouvons bien, en effet, près de Gien, des sables miocènes, mais ils sont absolument typiques et ressemblent à tous ceux que l'on peut observer en n'importe quel autre point de la Sologne. Tels sont, en particulier, ceux situés au nord de la ville, au voisinage et à l'est de la route de Paris (feuille d'Orléans) : le niveau marneux, désigné par M. Douvillé sous le nom de marnes de l'Orléanais, y est intercalé et a été exploité en plusieurs points sur la colline la plus proche de la route. En 1900, un puits foncé à la ferme des Hautes-Maisons m'a permis d'étudier la constitution de ce terrain : poussé jusqu'à la craie, il a traversé des sables dont la grosseur du grain rappelle celle de tous les autres gisements : de plus, il a permis de constater l'absence complète de graviers et de galets de quartz, de silex et de chailles.

Par contre, presque en contact avec ce premier lambeau de sables de la Sologne, on observe aux environs d'Arrabloy le cailloutis de quartz, de silex et de chailles ; mais là, plus de marne subordonnée : la différence entre les deux terrains est frappante ; ils sont aussi disparates que possible. Il y a donc impossibilité absolue de les assimiler, car vraiment on ne peut admettre que la venue de gros cailloux se soit arrêtée brusquement près d'Arrabloy et que, quelques cents mètres plus loin, il ne se soit plus déposé au même moment que des sables à grain ordinaire, avec marnes intercalées.

Partons de Gien pour aller dans la direction du nord-ouest rejoindre Ville-Sauvage : partout où nous rencontrerons des sables de la Sologne *non remaniés*, nous ne trouverons ni cailloux, ni galets. Comment donc les cailloux de quartz et de silex de Ville-Sauvage pourraient-ils appartenir à cette même assise ? Où est la

zone supposée de courants rapides ayant entraîné à l'époque du Miocène des cailloux et des galets de Gien à Ville-Sauvage ? Il ne suffit pas de l'imaginer, il faut la constater : *elle n'existe pas*. La nappe de cailloux et galets est nettement distincte ; elle est plus récente, elle ravine les sables de la Sologne, comme l'a, d'ailleurs, vérifié M. Dollfus lui-même, en 1894, pour la région au-dessous de Moret ; en Sologne, elle renferme des galets de basalte : elle est donc incontestablement pliocène.

Un fait mérite d'attirer l'attention : c'est la constance et l'uniformité des caractères de l'assise des sables et argiles de la Sologne, sur toute la surface qu'elle occupe. Je le répète, pas plus à Gien, au débouché de la vallée de la Loire, qu'à Neuvy, à celui du Barangeon, les sables sont plus graveleux et plus grossiers que sur les autres points. Et même à Neuvy-sur-Barangeon ce sont les argiles qui prédominent. A Gien, l'existence d'un niveau marneux intercalé au milieu des sables suffit à elle seule pour démontrer que l'arrivée des matériaux sédimentaires n'avait pas lieu de ce côté.

Nous avons donc là un ensemble de faits et de considérations qui suffisent pour faire écarter toute assimilation entre le cailloutis à silex et les sables de la Sologne.

M. G. **Dollfus**. — *Observations au sujet de la note précédente.*

Je regrette que M. de Grossouvre persiste à croire que je ne sais pas distinguer les sables de la Sologne des graviers pliocènes. S'il est sûr que les dépôts graveleux de la Boissière, Bois-Morand, Nogent-sur-Vernisson, Montargis, et plus loin de Ville-Sauvage, sont une alluvion *pliocène* de la Loire se déversant dans le bassin de Paris, qu'il nous montre les cailloux de basalte qu'il y a découverts. M. H. Douvillé qui les y a cherchés avant nous ne les avait pas vus non plus, et c'est pourquoi il n'a rien écrit à ce sujet.

Si M. de Grossouvre parcourt la région, il observera que la carte a figuré comme sablières des marnières, qu'il n'y a pas de sables de l'Orléanais visibles dans la région, que la couleur violette m^1 représente des marnes blanches qui sont liées au calcaire de Beauce m^{1a}, la coupe de la berge de la Loire à Gien le montre également, et que tous les sables de la Sologne qui règnent au-dessus des marnes sont graveleux, plus graveleux à la surface que dans la profondeur, je l'ai aussi observé, mais j'ai déjà cherché à expliquer cette particularité en tenant compte de l'entraînement des éléments fins par la dénudation qui laissait en place les matériaux les plus lourds.

Je n'ai pas étudié les environs de Pithiviers et je ne sais s'il s'y trouve ou non des îlots graveleux reliant Etampes à Montargis, M. de Grossouvre connaît la région, puisqu'il affirme qu'il n'en existe pas, mais la difficulté de liaison de ces dépôts graveleux est aussi difficile à résoudre, qu'ils soient miocènes, comme je le crois, ou qu'ils soient pliocènes, comme le pense M. de Grossouvre. Il n'y a pas d'argument à trouver de ce côté, j'ajouterai que les dépôts sableux peuvent changer de grosseur de grain à une distance très faible ; le sable fin et pur de l'horizon de Fontainebleau, qu'on voit à Etampes, est, à Mérobert et à Saclas, chargé de galets parfois énormes, qui arrivent à occuper toute l'épaisseur du dépôt, le même sable généralement très fin à Rambouillet est, dans quelques sablières vers la Boissière, tout à fait grossier et prend l'aspect des sables de Sologne. Je domne une grande valeur aux observations continues poursuivies de proche en proche, dans lesquelles on suit les modifications d'altitude, de gisement, de faciès ; dans lesquelles on voit se dérouler progressivement et en détails l'aspect successif des formations. L'histoire géologique est pleine des erreurs commises par les assimilations à grande distance, comme de celles découlant d'attribution d'âge à des roches qu'on n'a pas vues par soi-même.

Séance du 16 Juin 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM. **Paul Godbille,** Inspecteur vétérinaire du service sanitaire du département de la Seine, présenté par MM. Ramond et Haug.

Georges Courty, à Paris, présenté par MM. Stanislas Meunier et Ramond.

Le Président annonce une présentation.

M. L. **Gentil** offre à la Société un mémoire intitulé : *Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna* [1], qu'il a récemment présenté à la Faculté des sciences de l'Université de Paris comme thèse de doctorat. Ce travail comprend l'étude géologique de la région littorale algérienne comprise entre Oran et la frontière du Maroc, abstraction faite du bassin de Nemours. Il est accompagné de deux planches de coupes et de trois cartes en couleurs. M. Gentil expose en quelques mots le plan de son ouvrage et ses conclusions.

Le Président remercie M. Gentil d'avoir résumé d'une manière si intéressante son bel ouvrage, qui lui a valu le titre de docteur et les éloges de la Faculté des Sciences. Il se fait l'interprète de la Société en félicitant de la manière la plus chaleureuse de son nouveau titre son ancien secrétaire et son vice-président actuel.

M. **Emm. de Margerie** dépose sur le bureau la traduction française du tome III de l'ouvrage de M. Suess : *La Face de la Terre* (1re partie).

Le Président remercie M. de Margerie du don précieux qu'il vient de faire à la Bibliothèque et lui adresse ses félicitations d'avoir mené à bonne fin, à lui seul, la tâche ardue de la traduction du nouveau volume de l'œuvre de l'illustre géologue viennois.

1. 1 vol. in-8°, 536 p., 5 pl., cartes et coupes. Alger, 1902.

M. **Haug** dépose sur le bureau le numéro du 30 mai de la *Revue générale des Sciences*, renfermant sa *Revue annuelle de géologie*, dans laquelle il consacre précisément un long chapitre à l'analyse de l'ouvrage de M. Suess.

M. **Douxami** présente, de la part de M. **Rollier**, une courte note : *Pourquoi il faut écrire « molasse » et non pas « mollasse » pour les grès miocènes de la Suisse.*

Il présente également une note dont il est l'auteur : *Revision de la feuille d'Annecy : massif de Platé et Région synclinale comprise entre les Alpes et le Jura (Alpes)* (Extr. B. S. C. G. F.).

M. **Ch. Depéret** offre à la Société une note : *Sur un nouveau gisement de Mammifères de l'Eocène moyen à Robiac, près Saint-Mamert (Gard)* (Extr. C.-R. Ac. Sc.).

Il donne quelques détails stratigraphiques sur cette couche marneuse à ossements intercalée dans les calcaires lutétiens à *Planorbis pseudo-ammonius*, qui s'étend sur près de 500 mètres de longueur, avec une épaisseur moyenne de 0 m. 30. Ce sont des produits d'inondation violente, comme l'indique l'existence de galets roulés de quartz du Plateau Central, que l'on trouve à la base de la couche ossifère.

Il présente à la Société quelques-unes des pièces paléontologiques les plus remarquables de ce gisement : des mâchoires supérieures et inférieures du gigantesque *Lophiodon rhinocerodes* Rütimeyer, avec la rangée des canines et des incisives en place sur la mandibule. Le type de Saint-Mamert est identique à l'animal d'Heidenheim décrit par Maacli et remarquable par la présence constante d'un second lobe interne aux prémolaires supérieures.

Il montre des fragments de mâchoires du *Pachynolophus Duvali* Pomel, de l'*Anchilophus Desmaresti* Gervais, de l'*Hyopotamus Gresslyi* Rütim.

Mais le type le plus intéressant est un grand Paléothéridé, identique à l'espèce du gisement d'Egerkingen décrite par Rütimeyer sous le nom de *Paloplotherium magnum*, d'après 2 ou 3 molaires isolées. Le gisement de Saint-Mamert a fourni la dentition complète de cette espèce, qui est presque un vrai *Palæotherium* par le fort développement du second lobe des prémolaires d'en haut et d'en bas. Il est en tous les cas beaucoup moins *Paloplotherium* que le *P. minus* de l'Eocène supérieur et représente un stade qui n'est pas éloigné de celui du *Palæotherium curtum* du Gypse de Paris. Ces faits montrent la haute antiquité du *groupe paléothérien*, associé ici à une forme très nettement *lutétienne*.

M. **Depéret** présente ensuite à la Société un premier essai de restauration d'une patte antérieure de *Lophiodon leptorhynchum* Filhol du gisement de La Livinière, dont il a présenté les crânes dans une séance précédente. Il pense pouvoir d'après cette pièce affirmer que le *Lophiodon* avait *cinq doigts à la patte de devant*, dont un pouce assez petit, si l'on en juge par l'empreinte laissée par ce doigt sur la face interne du deuxième métatarsien. Les détails du mode d'engrenage des métatarsiens avec la deuxième rangée des os du carpe montrent une grande ressemblance avec les Rhinocéros et diffèrent assez sensiblement de ce qui a lieu chez le Tapir. L'auteur espère pouvoir compléter bientôt et préciser la structure de la patte de devant et de derrière des *Lophiodon*, restée jusqu'ici entièrement inconnue des paléontologistes.

M. **Albert Gaudry** présente l'observation suivante :

Je regrette de voir mon savant ami M. Depéret se séparer de moi en prétendant que *Lophiodon* ne peut être la forme ancestrale de Tapir, parce que sa tête et les os de ses pattes présentent des différences. Lorsqu'on accepte l'idée des évolutions du monde animé, il faut bien supposer que les types ont subi des mutations ; si les paléontologistes ont aujourd'hui la satisfaction de rendre quelques services aux géologues, c'est parce que les êtres ont présenté des modifications assez grandes pour qu'elles puissent marquer des changements d'époques géologiques. Tous les Mammifères du commencement du Tertiaire, dans nos pays et dans l'Amérique du Nord, sont notablement différents de ceux de l'époque actuelle, et, comme les formes tertiaires et quaternaires de l'hémisphère austral ont eu des processus d'évolution autres que les formes de l'hémisphère boréal, on doit croire que les changements de ces dernières se sont produits dans notre hémisphère. Je ne trouve pas extraordinaire qu'un animal sans trompe ait acquis une petite trompe pendant les temps géologiques, car la trompe marque un progrès puisqu'elle est devenue dans certains animaux un organe de préhension. Je ne m'étonne pas non plus que nos Tapiridés éocènes aient eu des pattes plus épaisses que leurs successeurs ; l'histoire de l'acheminement des membres des anciens Mammifères vers la forme agile et élégante des créatures actuelles me paraît un des plus jolis faits d'évolution que la paléontologie ait mis en lumière.

M. **Depéret**, en réponse aux réflexions de M. Boule, dans une séance antérieure et aux observations orales de son éminent maître M. Gaudry, fait remarquer qu'il n'a nullement pensé ni

écrit, ainsi qu'on le lui a fait dire, que le *Lophiodon* pourrait avoir pour ancêtre le *Coryphodon*. Il a seulement voulu signaler entre les crânes de ces deux animaux, surtout à la face inférieure, un certain nombre de points de ressemblance assez curieux et il a pris la précaution de dire que peut-être ces ressemblances n'étaient que des *traits archaïques* communs aux deux groupes, sans cependant écarter l'idée, déjà défendue par Cope, d'une origine commune des Pachydermes et des Amblypodes primitifs.

En ce qui concerne les relations des *Lophiodon* et des Tapirs, M. Depéret, en s'appuyant à la fois sur les caractères du crâne et des pattes, persiste à penser qu'il n'y a point entre ces deux genres de *relation ancestrale directe* et que les *Lophiodon* se sont éteints à la fin de l'Eocène moyen, sans laisser de descendants. La famille des Tapirs est d'une origine beaucoup plus ancienne, comme le démontre l'existence de véritables Tapiridés dans l'Eocène moyen (*Palæotapirus*, *Isectolophus*) et même dès l'Eocène inférieur (*Systemodon*). Il pense du reste qu'il n'y a pas davantage de liaison ancestrale directe entre les *Lophiodon* et les *Rhinoceros*. Les trois familles des *Lophiodon*, des Tapirs et des Rhinocéros doivent avoir évolué parallèlement depuis une époque sans doute assez reculée des temps géologiques. Mais M. Depéret tient à affirmer que cette interprétation, si elle diffère un peu des idées publiées par M. Gaudry, ne porte aucune atteinte à la théorie de l'évolution, qu'il devient seulement dans l'avenir de plus en plus indispensable d'étayer sur des *filiations directes* et non sur des ressemblances entre *branches collatérales*.

M. **Albert Gaudry** annonce que M. André Tournouër, chargé de mission en Patagonie par le Ministère de l'Instruction publique et par le Muséum d'histoire naturelle, a recueilli de remarquables séries d'ossements de Mammifères dans les couches à *Nesodon* de la région de Santa-Cruz, dans les couches à *Astrapotherium* de Coli-Huapi et dans les couches à *Pyrotherium* des bords du Rio Deseado. Il vient de rapporter des pièces importantes du gigantesque et énigmatique *Pyrotherium*.

M. **Albert Gaudry** s'exprime en ces termes :

Les programmes de l'enseignement secondaire viennent d'être profondément modifiés. Représentant le Muséum dans le Conseil supérieur de l'Instruction publique, j'ai dû prendre part aux débats. Je crois que nos confrères de la Société géologique apprendront avec intérêt quelles décisions ont été prises pour l'enseigne-

ment de la géologie et de la paléontologie dans les lycées. Voici ce qui a été adopté :

Classe de 5me, division B. Une leçon de géologie par semaine.
Classe de 4me, division A. Une leçon de géologie par semaine.
Classe de seconde, A, B, C et D. 12 conférences de géologie.
Classe de philosophie, A, B, C et D. 5 leçons de paléontologie.

Les leçons d'histoire naturelle (y compris celles de paléontologie) ne seront pas facultatives, comme on l'avait proposé d'abord pour la classe de philosophie ; elles seront obligatoires.

Pour la seconde partie du baccalauréat, il y aura dans la série Philosophie, parmi les épreuves écrites, une composition de sciences physiques et de sciences naturelles. L'interrogation sur les sciences naturelles, y compris la géologie et la paléontologie, comptera pour 1 dans la série dite Philosophie, pour 1 dans la série dite Mathématiques.

Il est d'une importance capitale d'initier nos enfants à la géologie et à la paléontologie ; car la grande science des temps passés devra les charmer et élever leur esprit ; mais, si belle qu'elle soit, ils ne peuvent l'aimer, s'ils ne la connaissent pas. Aussi j'ai employé de tout mon cœur pour les défendre les quelques forces que je peux garder encore. Je suis heureux que nous ayons réussi. M. Mangin, qui nous avait prêté, il y a quatre ans, son précieux concours pour faire accepter l'enseignement de la géologie et de la paléontologie dans les classes supérieures des lycées, vient de nous rendre un signalé service en plaidant éloquemment notre cause devant le Conseil supérieur de l'Instruction publique. Nos confrères de la Société géologique de France lui doivent de la reconnaissance.

M. **Munier-Chalmas** et tous ses collègues ont applaudi au brillant résultat obtenu par M. le professeur Albert Gaudry. M. Munier-Chalmas est heureux de pouvoir mettre également en évidence l'intervention si énergique de M. Mangin, pour le maintien au programme des Lycées des études géologiques préliminaires. Comme professeur de géologie de l'Université de Paris, il exprime à M. Albert Gaudry et à M. Mangin toute sa reconnaissance.

M. **Douxami**, au nom des professeurs d'Histoire Naturelle des Lycées, dont il est le seul représentant présent à la séance, est convaincu d'être leur interprète à tous en adressant à M. Gaudry ses respectueux remercîments pour le service signalé qu'il vient de leur rendre. Grâce à lui, en effet, et à M. Mangin, leur représentant au Conseil supérieur de l'Instruction publique, les Sciences

naturelles, et la Géologie en particulier, auront désormais une importance plus considérable que dans les anciens programmes, à la fois dans l'enseignement et surtout à l'examen du Baccalauréat.

Le Président félicite M. Albert Gaudry et M. Mangin des résultats heureux qu'ils viennent de remporter devant le Conseil supérieur. Grâce à leurs efforts, la Géologie et la Paléontologie ont été non seulement maintenues dans les classes où elles étaient enseignées jusqu'à présent, mais leur étude sommaire est devenue obligatoire dans toutes les divisions. Il adresse au nom de la Société géologique à M. Gaudry ses plus vifs remercîments. Il ajoute qu'il s'est fait l'interprète, auprès de M. Mangin, des sentiments de reconnaissance de la Société géologique.

M. G. **Dollfus** communique à la Société des notes d'excursions sur l'étendue à l'ouest des sables de la Sologne, sur les grès de Brenne et sur leurs relations avec le calcaire lacustre du Poitou; il donnera ultérieurement des détails complémentaires.

M. **Léon Bertrand** adresse les observations suivantes *Sur la région de Boussens, Salies-du-Salat et Betchat*, dont M. Carez a entretenu la Société dans la séance du 26 mai dernier.

Pour la région comprise entre Boussens et Saint-Martory, je suis d'accord avec M. Carez pour admettre qu'il n'existe aucun décrochement correspondant à la vallée de la Garonne; celle-ci marque seulement l'abaissement des axes des anticlinaux situés des deux côtés de la rivière, qui se terminent brusquement par un plongement périclinal des couches, ainsi que certains des synclinaux intermédiaires. Il n'existe pas de correspondance entre les plis situés de part et d'autre de la vallée.

De même, pour la région de Betchat et de Salies-du-Salat, j'admets aussi, avec M. Carez, que les affleurements d'argiles bariolées et cargneules, avec masses importantes de gypse et de sel gemme, sont bien certainement triasiques, contrairement à ce que pense M. Roussel dans un mémoire récemment paru (*B. C. G. F.*, t. XII, n° 84). Je regrette de ne pas avoir entendu les explications données par M. Carez sur les rapports de ce Trias avec le Crétacé et le Tertiaire. Pour moi, l'observation faite par M. Haug à la suite de cette communication est justifiée, du moins au sujet de la nature des affleurements triasiques de Salies et de Betchat.

Ces deux affleurements indépendants sont bien indiqués, sauf quelques petites modifications à faire dans le détail, sur la Carte donnée par M. Carez dans le Livret-Guide des excursions du

Congrès international de 1900; au contraire, M. Roussel, dans le mémoire précédemment cité, donne une carte où ces couches ne sont pas même délimitées, ce qu'il eût pourtant été naturel de faire, même en les considérant comme métamorphiques.

Le simple examen de la carte de M. Carez m'avait fait penser, ainsi qu'à mon ami M. Haug, que ces deux affleurements de Trias devaient être des lambeaux de charriage reposant sur les couches crétacées et éocènes qui affleurent des deux côtés, en bandes bien régulières et se correspondant exactement de part et d'autre des affleurements triasiques.

L'étude des localités en question m'a montré qu'en divers points de la bordure de l'affleurement de Betchat, la superposition du Trias aux couches plus récentes est évidente et que le Trias y présente des plis, bien marqués par l'allure des divers affleurements d'ophite, qui me semblent être des lambeaux d'une même nappe continue interstratifiée dans le Trias et non des pointements isolés. Si l'on étudie d'ailleurs l'allure des couches crétacées et tertiaires dans la vallée du Salat, exactement dans le prolongement de l'affleurement triasique de Betchat, c'est-à-dire un peu au nord de Salies, on voit que ces couches récentes ont subi des plissements intenses et forment là *un synclinal dont le flanc sud est nettement renversé vers le nord.* Il me paraît très net que l'affleurement triasique de Betchat, qui lui aussi présente dans son ensemble une disposition synclinale, n'est qu'un témoin d'une nappe charriée, beaucoup plus étendue primitivement, qui aurait été préservé de l'érosion *dans un synclinal du substratum* et grâce à un enfoncement local de l'axe de ce synclinal.

Il me semble en être exactement de même pour l'affleurement de Salies-du-Salat, conservé aussi grâce à un synclinal du substratum crétacé, différent du précédent et situé plus au sud. Ces accidents n'ont d'ailleurs aucune relation directe avec l'abaissement des axes des plis situés plus au nord, dont j'ai parlé plus haut.

Quant à l'origine même de la nappe charriée dont nous avons des témoins, on ne peut la chercher au voisinage immédiat; en effet, d'après les travaux de M. Roussel et mes observations personnelles, le Crétacé supérieur y repose directement sur le Primaire. Mais, plus au sud, il existe divers accidents tectoniques importants et, en particulier, l'un d'eux, que j'ai décrit dans une note récente (*B. C. G. F.*, C.-R. des collaborateurs pour 1901, p. 114), est la racine d'un grand chevauchement amenant le Trias sur l'Albien; c'est probablement dans cette région qu'il faut chercher l'origine de la nappe charriée.

M. **Léon Bertrand** adresse les observations suivantes sur la question des falaises de Biarritz, que M. Carez a de nouveau étudiée.

Je ne puis accepter les conclusions de mon confrère; au point de vue théorique, M. Carez dit que l'hypothèse des charriages est tout à fait contraire à ce qui est connu jusqu'à ce jour de la structure des Pyrénées. J'espère qu'à la suite d'une excursion commune que nous venons de faire dans le bassin secondaire de Tarascon (Ariège), où nous avons observé avec certitude la présence de lambeaux charriés isolés de leur racine, mon aimable confrère acceptera plus volontiers la présence de ces accidents dans les autres parties des Pyrénées.

M. **Munier-Chalmas**. — *Sur les Foraminifères ayant un réseau de mailles polygonales.*

J'ai décrit très sommairement ou simplement cité, il y a quelques années, plusieurs genres nouveaux de Foraminifères sans les accompagner de dessins : *Archiacina*, *Broeckina*, *Cyclopsina*, *Meandropsina*, *Bradyella*, *Taramellina*, *Spirocyclina*, *Dictyopsella*.

Depuis cette époque, M. Schlumberger a décrit avec beaucoup de précision deux de ces genres : *Meandropsina* et *Dictyopsella* et en a donné de très bonnes photographies.

M. Georges Egger, de Munich, vient de publier un mémoire, dans lequel il interprète *très inexactement* plusieurs des genres que j'ai établis et cela malgré les beaux travaux de M. Schlumberger sur deux d'entre eux.

Je ferai, à mon très grand regret, de très vives critiques et de très grandes réserves, soit au sujet des interprétations génériques de M. Egger, soit au sujet de l'exactitude des dessins lithographiés qui accompagnent son mémoire.

L'étude des Foraminifères est devenue très difficile et très compliquée. Il faut avant tout n'étudier que des matériaux très bien conservés et faire des sections minces passant par les loges embryonnaires suivant deux directions principales. Il est indispensable d'accompagner leur description non seulement de photographies, mais encore de dessins schématiques. En réalité, il y a une très grosse difficulté dans l'exécution de ce programme, car peu de personnes sont à même de faire des sections minces passant par une loge initiale qui n'a souvent que 8 à 9 millièmes de millimètre; dans ce cas il serait plus prudent de renoncer à des études que l'on ne peut conduire à bien.

Les formes dont je vais m'occuper dans cette première note, sont caractérisées par un réseau de mailles polygonales, situé près de la surface extérieure et semblable comme structure générale à celui des *Orbitolina*. Le plasmostracum de ces genres, lorsqu'il arrive à l'état discoïdal, dérive de trois types géométriques différents : 1° de formes ayant dans le jeune âge un accroissement spiralé et une symétrie bilatérale (*Archiacina*); 2° de formes ayant dès le jeune âge un accroissement périphérique autour des loges embryonnaires (*Marginopora*); 3° de formes adultes (*Cuneolina*) ayant un plamostracum dont les sections représentent des segments de cercles; segments dont les angles, suivant les espèces, s'accroissent jusqu'au moment où, atteignant 360°, ils forment des cercles parfaits (*Dicyclina*).

Ainsi l'étude des phases embryonnaires et post-embryonnaires de chaque genre montre que des formes adultes qui se ressemblent par suite de caractères de convergence ou d'adaptation, descendent en réalité de rameaux très différents.

Le genre *Dicyclina* M.-Ch., représenté dans le Sénonien des Martigues par *D. Schlumbergeri*, correspond à une phase cycloïdale des *Cuneolina* d'Orb. Son plasmostracum est formé de demi-loges circulaires qui se développent alternativement de chaque côté du disque, comme celles des Cunéolines (*accroissement dichrone*). Le réseau de mailles polygonales recouvre directement les parois des loges circulaires et les cloisons qui les divisent si régulièrement en *compartiments rectangulaires*.

M. Choffat a désigné, après m'avoir consulté, sous le nom de *Dicyclina Lusitanica*, un Foraminifère nouveau qu'il avait découvert dans le Portlandien du Portugal, lors de ses belles explorations stratigraphiques. J'avais pensé à cette époque que l'espèce de M. Choffat, par suite de la présence du réseau de mailles polygonales, devait être rapportée au genre *Dicyclina*. Aujourd'hui, par suite de considérations d'un autre ordre, je pense que l'espèce décrite par M. Choffat doit devenir le type du genre *Iberina*. Le plasmostracum discoïdal s'accroît périphériquement en un seul temps, au moment de la formation de chaque nouvelle loge circulaire, comme celui des *Orbitolites* (*accroissement monochrone*). Le réseau de mailles polygonales qui se divise en deux zones (une zone externe à mailles très fines, et une zone interne à mailles plus larges) repose directement sur les parois des loges circulaires et recouvre les canaux circulaires à sections obliques et inclinées, qui, dans toute loge, se présentent au nombre de deux, placés respectivement de chaque côté du disque. Les cloisons qui, dans

les *Dicyclina*, divisent si régulièrement les loges en compartiments rectangulaires, n'existent pas dans les *Iberina*.

M. Georges Egger a consacré plusieurs pages et trois planches lithographiées à l'étude de formes qu'il rapporte au *Meandropsina Vidali* Schlumberger, les nombreux échantillons qu'il figure proviennent du Portlandien de Russie et de Portugal.

J'exprimerai à ce sujet ma très grande surprise, car les deux espèces connues de *Meandropsina*, *M. Larrazeti* M.-Ch. et *M. Vidali* Schlb. caractérisent le *Sénonien supérieur*.

L'explication de cette contradiction tient à ce que *aucun* des nombreux individus figurés par M. G. Egger n'*appartient en réalité au genre Meandropsina;* mais, par contre, la présence du réseau de mailles polygonales doit les faire classer dans les *Spirocyclinidæ*.

M. G. Egger a aussi émis l'avis que les *Dictyopsella Kiliani* M.-Ch. et *D. Chalmasi* Sch. étaient les formes jeunes des *Meandropsina*, une simple étude géométrique lui aurait évité cette confusion. Les jeunes individus des *Meandropsina* ont la *symétrie bilatérale*, les *Dictyopsella* s'enroulent suivant une *spire hélicoïdale*.

M. **Munier-Chalmas**. — *Sur les Foraminifères rapportés au groupe des* Orbitolites [1].

Les nombreuses espèces qui ont été considérées comme appartenant au genre *Orbitolites* doivent en réalité se grouper dans des genres différents dont plusieurs sont sans filiation directe. Leur plasmostracum presque toujours discoïdal *ne présente pas le réseau de mailles polygonales* si caractéristique du premier groupe que j'ai étudié.

Dans le Lias supérieur du Tyrol oriental, Gümbel a trouvé une forme qu'il a décrite et fort bien figurée en 1872 sous le nom d'*Orbitolites præcursor*; espèce qui est devenue en 1878 le type de mon genre *Orbitopsella*. Le plasmostracum, à centre spiralé, est formé de loges circulaires divisées par des cloisons relativement peu régulières. Chaque loge présente vers sa partie supérieure et inférieure un canal circulaire à section oblique et inclinée vers le centre. Les ouvertures sont nombreuses et disposées assez irrégulièrement sur le pourtour du disque. Malgré l'absence du réseau de mailles polygonales, M. G. Egger rapporte l'*Orbitopsella præcursor* au genre *Dicyclina*. Ses dessins, comme exactitude, sont bien inférieurs à ceux que Gümbel avait publiés trente ans auparavant.

1. Un mémoire renfermant la description, accompagnée de figures, des genres cités dans cette note, paraîtra prochainement.

En 1893, M. Berthelin a pris comme type de son genre *Orbitammina*, l'*Orbicula elliptica* d'Archiac, que cet auteur considérait comme une valve de Brachiopode. On ne possède encore aucune donnée sur l'organisation de son plasmostracum.

Dans le Cénomanien de l'île Madame, d'Orbigny a découvert un Foraminifère auquel il a donné le nom de *Cyclolina*. C'est une forme très simple avec un plasmostracum discoïdal et centre spiralé. Les loges circulaires ne sont pas divisées par des cloisons. Elles communiquent avec l'extérieur par une série de petites ouvertures disposées sur un *seul rang*.

Dans le Sénonien des environs des Martigues on rencontre encore une forme excessivement voisine, mais dont le plasmostracum n'arrive plus à la phase cycloïdale et reste toujours disposé en éventail ; elle est accompagnée de *Broeckina* M.-Ch.

Dans les mêmes couches, on trouve *Cyclopsina Steinmanni* M.-Ch. Le genre *Cyclopsina* a un plasmostracum dont les loges *circulaires simples* sont divisées symétriquement en deux parties égales par un plancher horizontal et circulaire. Chaque loge circulaire communique extérieurement par une série de petites ouvertures disposées sur *deux rangs* (chaque rang correspondant à une demi-loge circulaire).

Dans les environs des Martigues et associée aux deux formes que je viens de citer se trouve *Massilina Marticensis* M.-Ch.

Le plasmostracum à centre spiralé des *Massilina* a des loges circulaires qui sont séparées en deux parties égales par un plancher horizontal et circulaire. Elles sont en outre divisées régulièrement par des *cloisons transversales*. Les ouvertures sont disposées sur deux rangs. Les jeunes individus ont une *spire très embrassante*.

Il existe encore une autre forme dans le Sénonien des Martigues qui paraît se rapporter au genre *Præsorites* Douvillé.

Les *Meandropsina* M.-Ch., comme je le démontrerai, ont une organisation qui les éloigne beaucoup des *Orbitolites*.

Dans l'Eocène inférieur et moyen, *Orbitolites complanata* a des ouvertures dont les goulots sont dirigés alternativement à droite ou à gauche (changement de direction pour chaque plan d'ouverture superposé).

Dans les mers actuelles, les Orbitolites que j'ai pu étudier appartiennent à quatre genres. J'avais déjà dit en 1878, que les formes récentes devaient se reporter dans les genres *Taramellina* et *Bradyella*. Tout récemment, M. Douvillé a fait à la Société géologique

une communication sur deux genres nouveaux : *Fallotia* et *Præsorites*, qu'il a comparés aux formes actuelles.

Grâce aux admirables travaux de Carpenter, l'organisation interne des Orbitolites est parfaitement connue.

Le genre *Discospirina* M.-Ch. a pour type l'*Orbitolites tenuissima* Carpenter, dont le plasmostracum discoïdal très mince a un stade spiralé post-embryonnaire présentant les caractères du genre *Spiroloculina*, comme l'avait fait remarquer Carpenter. Les loges circulaires sont divisées régulièrement en compartiments rectangulaires et sensiblement égaux par des cloisons transversales qui sont traversées sur leur bord extérieur par le canal circulaire. Les ouvertures du disque sont disposées sur un seul rang.

Dans le Pacifique, aux îles Samoa, on trouve trois formes d'Orbitolites, qui appartiennent aux genres *Bradyella*, *Taramellina*, *Marginopora*.

Le genre *Bradyella* [1] M.-Ch. a pour chef de file l'*Orbitolites duplex* Carpenter, dont le plasmostracum discoïdal a des loges circulaires qui présentent vers leur milieu un large canal circulaire non divisé par des cloisons ; sur le trajet de ce canal les parois verticales des loges circulaires sont très minces. Les ouvertures du disque sont placées sur deux rangs.

On rencontre à Apia-Samoa, avec les *Bradyella*, une Orbitolite très voisine de l'espèce que Carpenter a décrite et figurée comme *type simple*.

Cette forme nouvelle est le type du genre *Taramellina*, simplement cité en 1878. Le plasmostracum qui, dans le jeune âge, est fortement spiralé, devient discoïdal chez les adultes. Les loges circulaires sont divisées par des cloisons qui sont traversées par un canal circulaire médian très réduit. Les ouvertures, qui sont souvent disposées sur un seul rang, débouchent dans le canal circulaire en face de la cloison, comme l'indique Carpenter (*embryon monotrème*).

Le genre *Marginopora* Quoy et Gaimard, si l'on s'en rapporte à la figure du Manuel d'actinologie de Blainville, correspond au type complexe des Orbitolites de Carpenter. La figure de de Blainville reproduit une phase particulière de l'évolution individuelle, au moment où les loges circulaires *deviennent complètement simples* pour permettre le développement des *embryons polytrèmes*.

1. Les genres *Amphisorus* et *Sorites* Ehrenberg n'ont aucune valeur scientifique. Carpenter avait déjà exécuté Ehrenberg.

M. A. de **Grossouvre**. — *Réponse aux observations de M. G. Dollfus.*

Sans attendre un travail d'ensemble plus complet et plus détaillé, que je me propose de faire paraître dans le Bulletin des Services de la Carte géologique, je ne puis laisser passer sans rectification l'une des observations faites par M. G. Dollfus dans la séance du 26 mai dernier, relativement à la présence de galets de basalte en Sologne (p. 85).

Ce n'est pas un échantillon unique que j'ai recueilli, mais environ une douzaine : je l'ai d'ailleurs précisé en employant *avec intention* le pluriel et c'est au pluriel qu'en parle M. Michel-Lévy dans sa lettre. *Ces échantillons n'ont pas été ramassés à la surface du sol*, mais dans les déblais d'une fouille profonde ; ce *sont de vrais galets* et non des fragments quelconques : bien que provenant de fouilles faites dans un cimetière, à Brinon, je me refuse à croire qu'ils y ont été apportés et enfouis dans un but de mystification.

Ce n'est pas à Brinon seulement, mais encore dans les alluvions anciennes du Beuvron, dans une carrière en amont de La Motte, que j'ai recueilli des galets de basalte : là ils ne viennent certainement pas des alluvions de la Loire; ce sont des débris du diluvium pliocène que l'on retrouve sur les points culminants [1].

Je n'apporte dans la discussion que des faits sérieusement observés et non des allégations sans base. Déjà, en 1897, M. G. Dollfus n'a pas voulu admettre un fait que je signalais relativement à la rencontre dans un puits, à Crouy (feuille de Blois), d'une couche calcaire comprise entre deux formations sableuses; et cependant en 1899, il a dû reconnaître implicitement l'exactitude de mon assertion, en constatant lui-même que le calcaire de Chevenelles est bien compris entre les sables de l'Orléanais et les sables de la Sologne.

Dans la séance du 2 juin, M. Dollfus nous dit qu'il n'y a pas de sables de l'Orléanais visibles dans la région au sud de Montargis. Je ne sais sur quoi est fondée cette affirmation, puisque M. Dollfus admet que les sables de l'Orléanais ne diffèrent pas minéralogi-

1. J'ai déjà signalé depuis plusieurs années l'existence de ces galets de basalte (*B. S. C. G. F.*, n° 58, IX. p. 268, 1897-1898) ; j'ai indiqué en outre la présence, sur les points culminants de la Sologne, d'un cailloutis indépendant de l'assise miocène. Or, en 1891 (feuille de Beaugency) M. Dollfus a marqué sous la notation P des graviers culminants et en 1897, postérieurement à la publication du Bulletin que je viens de citer, il déclarait qu'il les classait dans le Pliocène. La présence de galets de basalte dans ces cailloutis est donc toute naturelle et bien d'accord avec les observations et conclusions anciennes de M. Dollfus.

quement de ceux de la Sologne. Ce que je puis attester *de visu* c'est que, dans cette région, un niveau marneux a été exploité au-dessus d'une assise sableuse, et qu'il n'existe pas de galets de silex mélangés à ces sables. Je trouve ce dernier fait mentionné dans les notes de courses de M. Douvillé, rédigées en 1874, et qui n'ont certainement pas été écrites en vue de la cause. Je l'ai moi-même vérifié sur place; j'ai constaté que les gisements marqués P par M. Douvillé, sont bien formés par un cailloutis absolument distinct et différent des sables de la Sologne voisins. Il est légitime d'en conclure, comme je l'ai fait, qu'il n'y a *aucun passage* du faciès ordinaire de la Sologne au faciès à graviers et à galets : il y a seulement *juxtaposition* et *superposition*, toutes choses qui ne doivent pas être confondues.

M. G.-F. **Dollfus**. — *Sur les sables de la Sologne.*

M. de Grossouvre a considéré autrefois les sables de la Sologne comme éruptifs, puis il a suggéré l'idée qu'ils avaient été amenés de Bretagne, sans en donner une démonstration positive, j'ai montré au contraire qu'ils avaient été dispersés par la mer des Faluns, qui les avaient remaniés sur ses rivages. Aujourd'hui M. de Grossouvre paraît vouloir isoler complètement au point de vue géographique les sables de la Sologne et faire passer dans le Pliocène tous les témoins que j'ai recherchés de leur extension en dehors de leur masse centrale. Il n'admet pas qu'ils aient pu venir du sud, d'Auvergne en grande partie.

Voici comment j'ai été amené à la solution du problème de l'origine des sables de la Sologne. J'ai commencé par l'étude des sables granitiques des environs de Paris, que j'ai poursuivis en aval jusqu'à la mer, au Hâvre; je les ai recherchés en amont, les ai suivis sans interruption jusqu'à la forêt d'Orléans, et, en 1888, en dressant la feuille de Beaugency, j'ai reconnu qu'ils se confondaient avec les sables de la Sologne.

Continuant leur étude j'ai voulu éclaircir leur région originelle, j'ai été conduit dans la vallée de la Loire et dans celle de l'Allier; lambeau par lambeau, je suis arrivé jusqu'au granite du Plateau central. J'ai déduit lentement de leur composition, de leurs relations avec les autres terrains toute une série d'événements qui s'enchaînent et se prêtent un mutuel appui et j'en présenterai une récapitulation rapide [1].

1. Relations entre la structure géologique du Bassin de Paris et son hydrographie. *Annales de Géogr.*, IX, p 10, 1900. — Derniers mouvements du sol dans les bassins de la Seine et de la Loire. *VIII*e *Congrès géolog.*, p. 544, 1900.

Le lac de Beauce couvrait non seulement le bassin de Paris, mais l'Orléanais, et s'étendait sous l'emplacement de la Sologne jusqu'auprès de Vierzon; nous ne savons s'il communiquait avec le lac de la Limagne qui s'avançait loin sur l'emplacement du Plateau central, mais la faune est bien la même. Tous ces dépôts lacustres prennent fin par la surrection du Plateau central, qui s'accompagne de grandes fractures nord-sud, et ils sont brusquement remplacés par un grand régime fluviatile, par un vaste alluvionnement granitique, qui s'étend en Auvergne sur le calcaire lacustre, comme l'a montré récemment encore M. Giraud, et qui s'est écoulé au nord non seulement par la Loire mais par l'Allier, le Cher, l'Indre, la Creuse. Cet afflux s'est avancé directement vers le nord par la vallée de la Loire vers le bassin de Paris, vers la Sologne par l'Auron et le Cher. Le Sancerrois formait une île. Les cotes d'altitude prouvent que les sables granitiques ont envahi la Sologne par le sud, que le bassin de Paris a été envahi par l'Orléanais et que l'axe du Merlerault n'existait pas ou n'avait pas l'importance qu'il allait acquérir. Tous ces premiers faits me paraissent établis sur les données les plus sérieuses. Au Miocène moyen un grand mouvement d'affaissement se produisit dans l'ouest et dans la région de la Loire moyenne, la mer des Faluns fait incursion, elle s'avance jusqu'en Sologne, mais n'atteint pas le bassin de Paris, par un mouvement de bascule l'axe du Merlerault s'accentue et le bassin de Paris se relève et s'isole; les sables granitiques ne sont plus entraînés au nord, ils sont captés à l'ouest par la mer des Faluns, qui les remanie et les classe. Au Miocène supérieur, au Rédonien, la mer, par un nouveau mouvement du sol, se recule de la Touraine vers l'Anjou, elle débouche largement dans l'Atlantique; le volcanisme apparaît en Auvergne, nous sommes au seuil de la période pliocène, des graviers nouveaux arrivent, chargés cette fois de débris basaltiques, ils viennent occuper, à un niveau plus bas, les grandes tranchées ouvertes par les sables granitiques et par la mer dans le sillon actuel de la Loire; ils ne passent plus dans le bassin de Paris, qui est constitué et dans lequel apparaissent un cailloutis pliocène et un diluvium qui lui est propre.

M. de Grossouvre me permettra de continuer à douter de la valeur du gisement unique de basalte qu'il a signalé dans le cimetière de Brinon [1]. Je crois, en résumé, que le manque de cailloux

1. A propos de ce gisement, j'extrais d'une lettre que M. Gauchery vient d'adresser à M. de Grossouvre, les passages suivants : « ... En parlant à M. Dollfus de notre excursion à Brinon.... Je ne me souviens pas si j'ai dit

ne peut être donné comme un caractère distinctif des sables de la Sologne et en d'autres termes je ne puis croire que tout ce qui est caillouteux soit nécessairement pliocène. Je pense qu'il faut des preuves plus décisives pour modifier le tableau que j'ai tracé du Miocène d'après un nombre considérable de faits que j'ai observés et reliés.

M. **W. Kilian.** — *Rectification au sujet d'une citation de l'étage callovien à Noyarey (Isère).*

M. P. de Loriol a récemment fait connaître (Mém. Soc. paléont. suisse, t. XXVIII. 1901), à propos de *Lytoceras Orbignyi* P. de Loriol, 1901, de l'Oxfordien moyen des Epiquerez (Jura bernois), que, d'après les vérifications de notre confrère M. Ch. Schlumberger, la fig. 1, pl. 183, des Céphal. jur. de la Paléont. française, représentant *Ammonites Adelæ*, aurait été faite en combinant les caractères de divers échantillons du « *Callovien de Noyaret* (Isère) ». Il n'est pas inutile de faire connaître qu'il s'agit très probablement là d'un *Lytoceras Juilleti* d'Orb. sp. ou *sutile* Opp. des calcaires lithographiques du Tithonique supérieur d'Aizy-sur-Noyarey, près de Grenoble. Le Callovien n'existe, en effet, ni à Noyarey, ni aux alentours, tandis que le Tithonique y est fossilifère et contient des *Lytoceras* et l'on sait que jadis cet étage y avait été confondu avec le Callovien, les anciens auteurs ayant pris

fragment ou caillou [de basalte] (dans ma pensée c'était un caillou roulé); mais, j'ai parlé d'un seul, car je ne me rappelai pas que vous aviez cassé plusieurs cailloux, que vous m'en aviez montré un, et que vous m'auriez dit : c'est du basalte. Comme vous en aviez emporté un grand nombre, il pouvait y avoir plusieurs galets de basalte. Je voulais vous faire voir les grès de la Sologne; ces cailloux de toute nature, nous ne les avons pas trouvés en place, mais à la surface du sol, ils avaient pu être extraits d'une fosse comme vous le dites. Je n'ai pas parlé de la Motte-Beuvron, je ne m'en souviens pas. Je sais bien que dans une excursion que nous y avons faite vous avez ramassé des sables et des graviers, mais je ne savais pas que vous y aviez fait déterminer du basalte. Cette roche caractéristique me préoccupe beaucoup. Aussi, souvent je vous ai apporté des cailloux noirs que vous cassiez et que nous reconnaissions être des silex à patine noire ou des grès. Puisqu'il y a eu du basalte à Brinon et à La Motte, on doit en retrouver d'autre, mais il faut un lieu *sûr*, c'est-à-dire où l'on n'ait pas fait de constructions. La preuve sera irréfutable. Si je vous dis ceci c'est que dans nos constructions à Argent, Aubigny, Brinon, La Motte, etc., si nous employons du sable de Sologne dans les maçonneries, nous faisons les enduits extérieurs (crépis) et certains travaux de ciment en sable de la Loire. Ce sable on l'amène par chemin de fer ou voitures. A Neuvy, Nançay, Salbris, Theillay, etc., c'est du sable du Cher que l'on emploie. Pour ces usages on passe le sable, et les cailloux sont laissés sur le sol. Cet emploi des sables lavés de nos rivières est très fréquent, c'est pourquoi il faut chercher des galets en dehors de nos constructions... »

notamment *Phylloceras semisulcatum* d'Orb. sp. (= *ptychoicum* Qu. sp.) pour *Ph. Hommairei* d'Orb. sp., *Hoplites Malbosi* Pict. et *Chaperi* Pict. pour *Reineckeia anceps* d'Orb. sp. et formes voisines. On peut donc considérer comme certain le fait que l'une des figures-type au moins de *Lytoc. Adelæ* d'Orb. sp. représente la restauration d'une forme tithonique et non callovienne.

M. **W. Kilian.** — *Sur quelques gisements de l'étage aptien.*

Il est intéressant de signaler la présence de l'Aptien à *Acanthoceras* cf. *Martini* d'Orb., *Ac. Albrechti Austriae* Uhl., *Oppelia Nisus* d'Orb. sp., *Ancyloceras*, gr. de *Anc. Hillsi* Sow. et Pélécypodes, *dans l'Afrique australe, à Delagoa-Bay*, où M. Ackermann a recueilli, en 1899, une série de fossiles de ce niveau, qui m'ont été communiqués depuis par M. Gottsche, directeur du Musée de Hambourg. Une note détaillée sur cet intéressant gisement sera publiée prochainement.

J'ai eu également l'occasion d'examiner à Breslau, grâce à l'obligeance de M. Frech, des séries très complètes de *fossiles crétacés du Texas* (coll. Rœmer, etc.) et j'ai pu reconnaître, dans une forme d'Ammonite des « *Trinity Sands* », une espèce caractéristique de l'Aptien européen : *Hoplites furcatus* J. Sow. (= *Dufrenoyi* d'Orb. sp.). C'est donc avec l'Aptien que débute au Texas, ainsi que l'avait déjà pressenti M. Douvillé, la série crétacée marine. Cet étage présente, dans les contrées les plus diverses, comme en Perse, aux Indes, au Texas, dans l'Afrique australe, en Russie, en Angleterre, en Provence, etc., une *remarquable uniformité paléontologique* ; ce sont partout les mêmes quelques espèces d'*Hoplites* ou d'*Acanthoceras* qui se retrouvent à ce niveau ; l'*Hoplites furcatus* du Texas ne diffère pas de certains exemplaires des environs d'Apt ; *Acanthoceras Albrechti Austriae* Uhl. de Delagoa-Bay est identique à des échantillons de cette espèce provenant du Bedoulien des Basses-Alpes.

M. **W. Kilian.** — *Sur deux microorganismes du Mésozoïque alpin.*

On sait que M. Lorenz [1] a donné à une Algue calcaire très abondante dans les couches barrémiennes à Orbitolines de Voreppe (Isère) et qui a été *figurée* par MM. Hovelacque et Kilian en

1. Lorenz. Geol. Studien im Grenzgebiete zwischen helvet. u. ostalpiner Facies ; II. Th. südl. Rhaetikon. Freiburg, 1901.

C'est à tort que M. Lorenz dit que nous avions considéré ces Algues comme des *Munieria* ; nous les avions simplement *comparées* avec ce dernier type et rapprochées de lui *sans les lui identifier*, ainsi que le montre, du reste nettement, la légende de la figure que nous en avons donnée en 1900.

1900 sans recevoir de dénomination spéciale, le nom de *Diplopora Mühlbergi* Lor.; cette Algue est également très abondante dans le Rhaetikon, où elle accompagne également des Orbitolines dans la « Tristelbreccie » urgonienne, d'où proviennent les types figurés par M. Lorenz. Il existe du reste des Diplopores dans le Trias et dans le calcaire jurassique supérieur à *Cidaris glandifera* de Costebelle (Ubaye), ainsi que dans d'autres dépôts mésozoïques des Alpes françaises et une détermination spécifique *rigoureuse* peut seule permettre d'utiliser ces végétaux pour établir l'âge exact des sédiments qui les renferment.

Le même auteur a décrit sous le nom de *Calpionella alpina* Lor. un petit Foraminifère uniloculaire qui se retrouve en grande quantité dans les calcaires à faciès vaseux du Tithonique delphino-provençal (Bastille près Grenoble, col de Cabre, etc.).

Ces deux organismes peuvent être cités parmi les plus caractéristiques, le premier des assises barrémiennes supérieures à Orbitolines, le second des calcaires tithoniques de la région subalpine.

M. P. **Lory**. — *Plis marginaux de la partie méridionale de Belledonne.*

L'auteur et M. R. **Saurel** ont découvert dans la partie méridionale de Belledonne des plis marginaux déversés vers l'extérieur.

A son extrémité septentrionale, le plateau de la Mateysine est occupé par les calcaires triasiques du côté ouest (Laffrey), par les schistes cristallins et le Houiller du côté est (lac Mort); l'allure des couches secondaires indique un bombement très surbaissé. Au-dessus du plateau, les premières pentes de la montagne du Serre (colline des Bijards) sont constituées presque entièrement par le Houiller, de teinte noire; cependant on y discerne une tache rousse et grise, dont l'examen a montré en superposition des couches variées, savoir de bas en haut :

Sur des schistes houillers, — 2 lits de schistes cristallins sériciteux. — Calcaire dolimitique à patine capucin, débutant par un banc de brèche à fragments des sérischistes sous-jacents : Trias, 3 m. environ, — Calcaire liasique à Entroques : un banc, — Calcaire dolomitique du Trias, en couches contournées : 10 m. environ, — Calcaire liasique : 1 banc, qui paraît discontinu, — Schistes cristallins : 3-4 m., — recouverts par le Houiller.

Vers le milieu de leur affleurement, ces couches plongent vers l'E.S.E. environ, avec une inclinaison faible. Leurs tranches se relèvent fortement plus au sud, se relèvent au contraire plus au nord; dans l'une et l'autre direction le Houiller reste bientôt seul à affleurer.

Ce « coin calcaire » est, on le voit, un culot synclinal complexe, un vestige d'un petit faisceau (deux synclinaux séparés par un anticlinal) fort étiré et déversé. Il se trouve être superposé précisément à la région axiale cristalline d'un anticlinal antétriasique.

Par leurs allures comme par leur situation vers le bord de la chaîne, ces plis sont les homologues de ceux que M. P. Lory a, depuis longtemps décrits dans le massif d'Allevard. Si Belledonne possède souvent la structure très simple qu'a récemment mise en évidence M. Termier, elle est aussi, dans d'autres parties, énergiquement froissée à son bord externe (ouest) en plis déversés vers la région plus basse qui l'avoisine, le Bord subalpin.

TROIS COUPES GÉOLOGIQUES
A TRAVERS LE MASSIF DE LA SERRE (JURA)

par M. **BOURGEAT.**

J'ai l'honneur de présenter à la Société géologique trois coupes que j'ai relevées à travers le massif primitif de La Serre, qui s'élève, comme on le sait, au nord de Dôle, entre la pointe méridionale des Vosges et la pointe septentrionale du Morvan. Mon désir eut été de les donner très détaillées et très complètes; mais les affleurements sont si rares dans ce massif, les quelques entailles qui y ont été pratiquées par les routes ont été si vite recouvertes de végétation, que ce n'est pas sans peine que j'ai pu recueillir les données que je crois pouvoir consigner ici. Il m'a fallu en effet profiter des dénudations produites par l'hiver, et utiliser avec soin les saignées momentanément ouvertes dans le sol par les chemins temporaires d'exploitation du bois. Quelque incomplètes qu'elles soient encore, j'espère néanmoins qu'elles ne seront pas sans intérêt à raison des liaisons que La Serre semble établir entre le bassin de Ronchamp et celui du Creusot.

Ces trois coupes se répartissent comme il suit :

La première d'Amange à Moissey, le long de la seule route de quelque importance qui traverse La Serre.

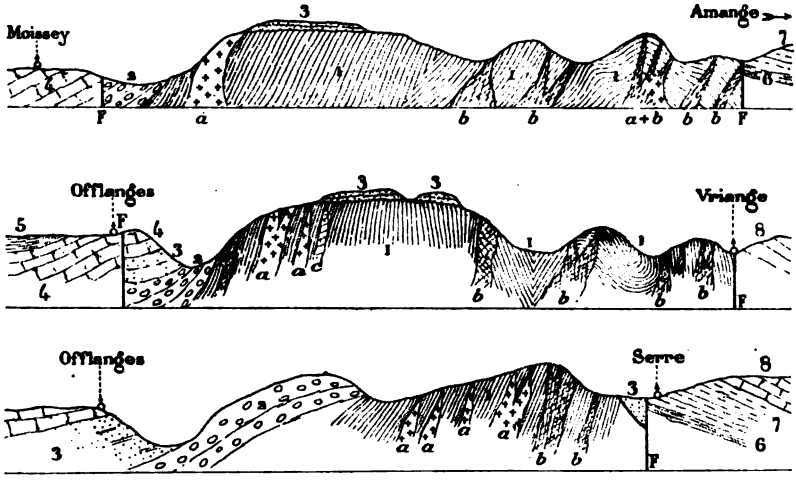
La seconde de Vriange aux maisons les plus méridionales du village d'Offlanges. Elle est à peu près parallèle à la première et commence à Vriange par une charrière, pour se poursuivre par un sentier et se terminer à nouveau par une charrière près du ruisseau des Croisières.

La troisième, sensiblement oblique aux deux autres, part de Serre-les-Meulières pour aboutir à l'extrémité nord du village d'Offlanges.

Les deux premières coupent dans leur parcours une formation désignée sous le nom d'arkose, qui forme la base du Trias ou le couronnement du Permien et qui s'étend sur les tranches redressées du Primitif.

La dernière ne la coupe plus et n'atteint le Primitif que sur une étendue relativement restreinte.

Voici les différentes particularités qui me paraissent dignes d'être signalées sur chacune d'elles.



Trois coupes à travers le massif de la Serre.
Echelle des longueurs : 1/60.000 ; hauteurs très exagérées.

8, Bathonien ; 7, Bajocien ; 6, Lias supérieur ; 5, Marnes irisées ; 4, Dolomie du Muschelkalk ; 3, Arkose et Grès bigarré ; 2, Permien (poudingue) ; 1, Gneiss ; *a*, Eurites et porphyres pétrosiliceux ; *b*, Pegmatites et granulites ; *c*, Quartz.

Première coupe. — 1° Les formations primitives, en discordance avec le Lias supérieur, du côté d'Amange, présentent en montant vers le massif une série de saillies et de dépressions permettant de reconnaître un anticlinal suivi d'un synclinal dont le bord nord-ouest est surmonté de l'arkose.

2° Ces formations sont à cinq ou six reprises du côté d'Amange, traversées par de la granulite, qui passe en certains points à une pegmatite à grands cristaux d'orthose.

3° Elles sont aussi sur deux points : d'abord près d'Amange, sous une faible épaisseur, et ensuite en regard de Moissey, sous une épaisseur beaucoup plus grande, traversées par une roche rude et rougeâtre avec taches vertes que l'on a désignée sous le nom d'eurite.

4° Du côté d'Amange cette eurite se trouve comme noyée dans la granulite et semble avoir avec elle une parenté d'origine.

5° Les arkoses, qui reposent sur les tranches du Primitif, sont en grande partie formées de débris roulés de quartz et d'eurite. Elles sont horizontales dans leur ensemble; mais leurs couches présentent souvent la disposition entrecroisée, comme on peut le voir surtout à l'exploitation qui en est faite du côté de Moissey. Elles sont par places plus riches en eurite, par d'autres, plus riches en quartz.

6° Dans leurs parties supérieures ces arkoses contiennent, surtout près du chemin de la poste, un lit de calcédoine jaspoïde, avec des inclusions de baryte sulfatée et des nids de dolomie.

Deuxième coupe. — 1° Les formations primitives semblent former deux plis du côté de Vriange, pour se relever ensuite comme en éventail au milieu du massif.

2° Elles y sont, de même qu'aux environs d'Amange, traversées par des granulites dont l'apparition se répète au moins six fois et qui se décomposent facilement pour engendrer de l'arène.

3° Plus loin vers Offlanges ces mêmes formations primitives sont traversées par des filons de quartz, de pétrosilex, et par un filon de pegmatite. Les filons de quartz donnent de gros blocs roulés; ceux de pétrosilex forment des saillies rocheuses au milieu de la forêt.

4° Les arkoses en ce point semblent dépourvues de calcédoine; mais elles paraissent toujours horizontales sur les formations primitives redressées.

Troisième coupe. — 1° Dans la troisième coupe les formations primitives butent par faille contre de l'arkose et du Grès bigarré du côté de Serre.

2° Elles sont de ce côté là, comme du côté d'Amange et de Vriange, traversées par des granulites et des pegmatites, dont les filons sont difficiles à énumérer en raison de la végétation, mais qui donnent lieu à deux ou trois gisements d'arène.

3° Du côté d'Offlanges, après avoir dépassé l'arête du bombement, on trouve au moins cinq affleurements de porphyres pétro-

siliceux, dont quelques-uns présentent la structure en noyaux qui les rapproche des pyromérides.

4° Plus près d'Offlanges et jusqu'au ruisseau des Croisières, les formations primitives sont recouvertes par des assises permiennes inclinées, consistant en débris de granite, de gneiss et de quartzite aux couleurs variées.

Remarques. — De ces trois coupes il me semble légitime de conclure :

1° Que La Serre n'est pas formée d'un seul pli, mais de plusieurs plis.

2° Que ces plissements sont antérieurs aux arkoses qui reposent presque horizontalement sur eux ; mais postérieurs au Permien, qui est relevé.

3° Qu'il y avait déjà des granites et des gneiss dans la région de La Serre à l'époque du Permien, puisque le Permien en contient des blocs roulés : que si, par conséquent, certains gneiss peuvent résulter du métamorphisme dû aux éruptions permiennes, tous les gneiss ne sont pas dans ce cas.

4° Que La Serre a subi peu de mouvements brusques depuis le dépôt des arkoses, puisque celles-ci sont restées horizontales.

5° Que les éruptions qui ont engendré les quartzites, les pétrosilex et les eurites sont antérieures aux arkoses, puisque celles-ci en sont en grande partie formées.

6° Qu'à la fin du dépôt de ces arkoses, il s'est produit des phénomènes analogues à ceux qui ont donné naissance aux jaspes et aux dolomies dans le bassin permien de Saint-Dié.

Peut-on croire maintenant que les filons de granulite, de pegmatite, de quartz, d'eurite et de pétrosilex sont contemporains l'un de l'autre et ne sont que des apparences d'une même venue éruptive, ayant subi plus ou moins l'action métamorphique des roches encaissantes en même temps qu'elle les transformait elle-même ? C'est là une question que je ne saurais aborder en ce moment. Mais, il serait bien étrange, s'il n'en était pas ainsi, que les eurites et les pétrosilex se soient distribuées surtout sur un versant de La Serre, et les granulites avec les pegmatites sur l'autre.

J'espère revenir plus tard sur cette question.

SUR QUELQUES FORMATIONS DE TRANSPORT
DANS LE DÉPARTEMENT DU JURA

par M. BOURGEAT.

I. — Les formations de transport dont je me propose de dire ici quelques mots, appartiennent à deux régions bien différentes du département; les premières en effet se remarquent sur les bords du massif primitif de La Serre; les secondes, dans les basses vallées ou sur la bordure occidentale du Jura.

Les formations de transports des bords de La Serre sont surtout visibles aux environs de Vriange ainsi qu'au-delà de ce village en allant sur Mœlange d'une part, et sur Lavans de l'autre. Près de Vriange, presque au contact immédiat de La Serre, elles consistent en rognons calcédoniens et en sables siliceux blancs à peu près de même nature que les dépôts antétriasiques qui recouvrent horizontalement les gneiss de La Serre. Leur épaisseur atteint par places une dizaine de mètres et leur ensemble constitue un placage presque continu à la surface du Jurassique inférieur. Entre Vriange et les deux villages susdits, on les rencontre en lambeaux discontinus de même nature, mais d'autant plus pauvres en rognons calcédoniens qu'on s'éloigne davantage de La Serre. Ces lambeaux forment comme une bordure de part et d'autre du ruisseau qui descend de Vriange sur la petite rivière de l'Arne. Leur épaisseur peut encore parfois atteindre 4 ou 5 mètres; mais ce qui les rend intéressants, c'est qu'ils recouvrent par place une épaisse couche d'argile rouge provenant de l'altération superficielle du Jurassique inférieur.

Comment et à quelle époque ces matières siliceuses sont-elles descendues de La Serre? C'est là une question qui semble embarrassante. Si c'est à une époque récente et par l'action du cours d'eau, comment se fait-il que les argiles sur lesquelles elles reposent n'aient pas été entraînées? Si c'est à une époque ancienne, comment expliquer que les eaux, qui auraient, après leur arrivée, décalcifié le Jurassique inférieur n'aient pas engagé les sables dans ces argiles?

II. — Les formations de transport de la bordure occidentale du Jura que je veux signaler ici, sont les argiles à chailles dont j'ai

déjà parlé en 1900 [1]. J'avais fait remarquer que dans une carrière, située près d'Aumont, on trouvait de ces argiles au-dessous comme au-dessus d'un conglomérat de quartzites et de porphyres se rattachant aux dépôts pliocènes supérieurs de la forêt de Chaux. Le dépôt le plus inférieur est sans doute antérieur au Glaciaire, mais je me demandais à quelle époque remontait le second. Il me semble que la question peut être tranchée aujourd'hui, car en plus d'un point de la bordure du Jura, spécialement vers le tunnel de Domblaus, on voit des argiles à chailles au-dessus du Glaciaire. Les deux couches sont donc probablement dues : l'une aux grandes pluies qui précédèrent les glaciers, l'autre, aux eaux provenant de leur fusion.

Enfin, les formations des vallées basses, sur lesquelles je reviens, après les avoir aussi signalées en 1890 près de Germagnat [2], sont des sables cristallins rougeâtres, qu'on observe aussi en plusieurs autres points de la vallée du Surand. M. l'abbé Beroud, dans un travail récent sur la même vallée, me prête, en la combattant, l'idée d'en avoir fait du Crétacé. La vérité est que je ne me suis pas prononcé sur leur âge. Toutefois, comme on y trouve des débris de silex de la craie, il me semble qu'on ne peut les faire remonter plus haut que ces silex. Comme d'autre part, ils sont pincés dans des failles ou dans des cassures du Jura, il me paraît aussi qu'ils sont antérieurs au Miocène. Ce serait probablement des lambeaux de molasse non fossilifère, qui se rattacheraient à la molasse des environs de Coligny, dont je parlerai dans une prochaine note.

1. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 601.
2. *B. S. G. F.*, (3), XIX, p. 169.

OBSERVATIONS SUR LES NITRATES DU SAHARA

A PROPOS D'UN ÉCHANTILLON DE *SALPÊTRE NATUREL* PROVENANT DE L'ARCHIPEL TOUATIEN

par M. G.-B.-M. FLAMAND.

Cet échantillon de *terre salpétrée* a été recueilli à la surface du sol de la sebkha des Oulad Mahmoud, considérée comme l'une des salpêtrières les plus riches de l'Archipel touatien. Il a été adressé par M. le chef de bataillon Deleuze, commandant le bataillon des tirailleurs sahariens.

Ce *nitrate*, dont une analyse détaillée sera prochainement publiée, représente, d'après M. le commandant Deleuze, la *terre* telle qu'elle est *prélevée* par les indigènes pour la soumettre au lessivage. Toute la terre de la sebkha exploitée n'est pas salpétrée, elle ne se rencontre semblable à l'échantillon, c'est-à-dire *chargée de salpêtre* que par petits fragments, « qu'un nègre goûte avec la langue avant de l'envoyer au lessivage » [1].

Voici la coupe du sol de la sebkha (lac salé ordinairement desséché) relevée par M. Deleuze :

1° A la surface : sable plus ou moins agglutiné par le sel gemme et le *salpêtre* ; atteint quelques centimètres d'épaisseur ;
2° Sel gemme, intercalé de sable, et dont les gisements se reforment lorsqu'ils ont été exploités ; puissance 0 m. 50 à 0 m. 60 ;
3° Au-dessous, mélange de sable chargé de sels, chlorures, sulfates, etc.

Cette coupe se rapproche beaucoup de celles que j'ai pu relever au cours de ma mission au Gourara (1896), dans la région de l'Erg (Dunes) et surtout dans celle de la *zone d'épandage* des grands Oueds du Sahara oranais ; particulièrement vers la *Gara Kahla* (Gara noire) pour l'Erg ; et, pour la seconde à la sebkha el Melah, où l'on observe :

1° Arènes sableuses avec gypse en très petits cristaux fibreux, à *Cardium edule* et *Melania tuberculata*, avec quelques concrétions sporadiques de sels : sulfates, chlorures et *traces de nitrates* ; atteint 0 m. 30 ;

1. Lettre de M. le commandant Deleuze.

2° Assise de calcaires blancs (Tin el Beidha ou Tifkert) à *Physes* et *Planorbes*, formé d'un calcaire farineux pulvérulent, véritable farine fossile; 0 m. 60 [1];

3° Sel gemme cristallisé en banc de 0 m. 30 à 0 m. 50;

4° Sables agglutinés ou grès tendres grossiers imprégnés de gypse et autres sels, sulfates et chlorures, etc.... nitrates (?).

Parfois la première assise est remplacée par une couche argileuse gypsifère à gypse en fer de lance, en très petits cristaux.

On voit qu'il y a une très grande similitude entre cette dernière coupe relevée par moi au nord de l'Erg, dans la zone d'épandage de l'Oued el Gharbi (Sud oranais) et la précédente relevée par M. le commandant Deleuze aux Oulad Mahmond à 20 kilomètres au nord de Kaberten (archipel touatien); c'est là aussi une région de sebkhas appartenant à une zone d'épandage de cours d'eau quaternaires venus du nord et du nord-est.

L'ensemble des assises de ces deux coupes appartient au Pléistocène récent, à l'exception peut-être de la couche 4, de la sebkha el Melah, qui pourrait être du Pléistocène plus ancien (je ne saurais insister ici sur cette détermination).

Si l'on considère les conditions *climatériques* des gisements de nitrates des oasis, voici les faits sur lesquels il est très intéressant d'insister.

1° Le salpêtre dans les sebkhas de ces oasis remonte à la surface (où il est recueilli) d'autant plus abondamment que l'année a été pluvieuse. Or, il est important d'insister sur ce fait qu'on considère dans ce pays comme pluvieuses les années pendant lesquelles, bien réellement, *sur place*, il a plu (quantité toujours bien minime d'eau tombée); ou *celles* au cours desquelles les pluies ont été abondantes dans le Nord (Sahara oranais, chaîne atlantique saharienne, steppes et Hauts-Plateaux) ou fréquentes relativement dans le sud et le sud-est (Plateaux du Monydir, pays des Azdger et des Ahoggar), *et, grâce auxquelles les sebkhas deviennent humides au printemps*.

On sait, en effet, qu'il ne pleut que bien rarement dans ces régions; Duveyrier indiquait des périodes de 10, 12 et 20 années

1. G.-B.-M. Flamand. De l'Oranie au Gourara, 1897, *passim*, et Aperçu général sur la géologie et les productions minérales du bassin de l'Oued Saoura, etc., p. 103. Alger, 1897. (Documents pour servir à l'étude du Nord-Ouest Africain publiés par ordre de M. J. Cambon, gouverneur général de l'Algérie, et rédigés par MM. H.-P. de la Martinière et le capitaine Lacroix). Une réédition du chapitre de ce travail, *sur l'existence de gisements de nitrates dans l'Archipel touatien*, Alger, 1902, a été offerte à la Société par l'auteur en février 1902.

sans pluies, au Touat et au Tidikelt [1], ce que confirmait en partie Rohlfs.

2° Dans la préparation du salpêtre, après avoir été lessivée, le résidu de la terre salpétrée est rejeté aux abords des petits fourneaux où la lessive est évaporée; or, *ce résidu se recharge de salpêtre avec le temps et l'humidité*, et peut être lessivé à nouveau.

Il semble bien, en considérant les conditions toutes semblables des gisements touatiens, que l'on soit là en présence de *gisements superficiels* (les seuls exploités), dont les produits seraient amenés à la surface par *capillarité*, ou afflux liquide. Or, d'autre part, l'étude du régime hydrologique de ces régions m'a montré l'existence de nappes artésiennes d'alimentation assez profondes [2].

En s'appuyant sur toutes ces considérations, il paraît assez vraisemblable de considérer les gisements de nitrates de l'archipel touatien exploités par les indigènes comme l'indice de gisements plus importants en profondeur.

Ces mêmes considérations s'appliquent aux autres gisements de nitrates de l'archipel touatien (*Aperçu général*, pp. 117-118).

On sait qu'à la suite de l'enquête à laquelle je me suis livré en 1896-97, leur nombre en est assez considérable, mais, qu'ils sont loin de présenter tous la même importance.

Les échantillons de *salpêtre raffiné* que j'ai rapportés au retour de ma mission au Gourara (1896), provenaient de la région de Timimoun; on sait leur richesse en nitrate de potasse et de soude (malgré les procédés primitifs de préparation); Azotate de potasse : 64.69 à 68.50 °/₀, — Azotate de soude 30.32 à 28.86 °/₀.

Ce sont les ksour de *Sebâ* (*loc. cit.*, p. 121), de *Guerara*, district du Sebâ (*Ibid.*, p. 121), qui, avec les Oulad Mahmoud paraissent exploiter le plus activement ce produit. « *Les habitants de ces deux ksour ne vivent que du commerce assez considérable du salpêtre qu'ils extraient du sol* » [3].

C'est de Sebâ que provenait l'échantillon de nitrate au sujet duquel M. Trapet fit une communication à la Société de géographie d'Alger (Fév. 1902), à la suite de laquelle je dus faire une rectification de priorité en faveur de ma publication (*Aperçu géologique sur l'Oued Saoura*) datant de 1897.

1. H. Duveyrier. Les Touaregs du Nord, pp. 118, 295. Paris, 1864. — Gerhard Rohlfs. *Mittheilungen*, vol. 1866, p. 12, 1° colonne. — Id. *Globus*, n° 17, 1893. — Le Chatelier. Note sur le régime des eaux dans le Tidikelt. *Bull. Soc. géog.* Paris, déc. 1885.

2. G.-B.-M. Flamand. Sur le régime hydrologique du Tidikelt, Sahara central. *C. R. Ac. Sc.*, 21 juillet 1902. — Paru en cours d'impression.

3. V. Deporter. Extrême sud de l'Algérie, p. 159. Alger, 1890.

SUR LES ÉTAGES CRÉTACIQUES SUPÉRIEURS
DES ALPES-MARITIMES

Réponse à M. Peron

par M. A. De RIAZ [1]

J'aurais désiré, avant de répondre à M. Peron, faire de nouvelles études sur le terrain, et recueillir quelques nouveaux documents, afin de serrer la discussion de plus près. Je vais néanmoins présenter quelques observations.

M. Peron estime que le gisement que j'ai découvert près de Menton sur la route nationale n° 7, derrière la caserne, appartient à l'étage turonien. La lacune de cet étage dans une grande partie de la région, ou l'absence de preuves indiquant son existence, ne laisse pas en effet que d'être singulière [2]. J'ai eu tort peut-être, de joindre cette carrière aux gisements de l'Octroi et de Gorbio ; j'ai admis qu'ils appartenaient au même niveau. Je vais donc, pour plus d'exactitude, rétablir séparément la liste des fossiles recueillis dans chacune des trois localités : mes étiquettes sont précises.

Caserne de Lodola : *Micraster Leskei* Desm., *Echinocorys scutatus* Leske jeune, *id.* var. *Gravesi* Des., *Micraster decipiens* B.

Octroi, lit du Gorbio (1 kil. environ à vol d'oiseau du point précédent, altitude légèrement supérieure) : *Micraster corbaricus* Lamb., *Micraster* aff. *brevis* Des., *Micraster latus* Sism. [3].

Gorbio, au-dessus et au-dessous du village : *Micraster decipiens* B., *Micraster Heberti* de Lacv., *Echinocorys scutatus* Leske, *id.* var. surbaissée, *id.* var. *Gravesi* Desm.

J'accorde à M. Peron que *M. Leskei* ne se retrouve pas à Gorbio, et que l'âge des couches de la carrière pourrait être différent. Je n'affirme pas avoir recueilli à la carrière même *M. decipiens* : je crois plutôt qu'il provient d'éboulis au-dessus. Il est donc très possible que *M. Leskei* et *M. decipiens* ne soient pas

1. Voir A. De Riaz. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 411, et le même, *B. S G. F.*, (3), XXVIII. p. 764. — A. Peron. *B. S. G. F.*, (4), I, p. 505.

2. Je rappelle les localités où le Turonien a été reconnu d'une manière certaine ; elles sont peu nombreuses : Vergons, Saint-Lions, les Ferres (M. Fallot), col de Braus (MM. Fallot et Toucas), environs d'Ascros (M. Léon Bertrand).

3. Recueilli cette année, et déterminé par M. Lambert à qui j'offre tous mes remerciements pour son extrême obligeance.

réunis dans le même banc. *Mortoniceras texanum* du musée de Menton, que j'ai cité, aurait été, à mon avis, trouvé encore plus haut sur la colline. Je fais encore des réserves, attendant l'opinion de quelques confrères pour nous départager, et pour établir l'âge précis des couches de cette carrière. Je ferai remarquer à M. Peron que *M. Leskei* (*M. breviporus* d'autrefois), tout en se rencontrant principalement dans le Turonien inférieur, est cité quelquefois dans le Sénonien inférieur (Coniacien).

Quant au gisement du lit du Gorbio (Octroi), gisement découvert jadis par M. Baron, mon savant confrère me permettra de ne point le placer dans le Turonien, et j'invoquerai ici l'autorité de M. Peron lui-même.

Je ne l'ai point assimilé d'ailleurs, comme M. Baron, aux couches à ciment de Contes-les-Pins ; j'y ai vu l'équivalent du sous-étage coniacien, et je maintiens aujourd'hui mon opinion première.

M. Peron ne fait pas connaître la liste des fossiles qu'il a récoltés sur ce point ; elle serait courte en tous cas, car moi-même je n'ai trouvé là en quatre ou cinq ans que trois Échinides et une Térébratule, mais les Échinides, surtout un, me paraissent très caractéristiques, et ne permettent point, d'après les classifications généralement admises, de voir ici un horizon turonien.

M. Peron évoque son article de 1877 [1]. J'y fais appel moi-même bien volontiers, en le félicitant vivement d'avoir établi alors la vraie classification des étages crétaciques supérieurs. « Ce n'est que depuis quelques années, dit M. de Lapparent [2], et grâce aux travaux de MM. Peron et Toucas confirmant une idée émise en 1864 par M. Reynès, que la place exacte de ces nouveaux horizons d'Hippurites a été reconnue ». Je m'associe complètement à cet éloge.

Quel est le sens de ce mémorable travail de 1877? C'est qu'il avait été commis auparavant dans le Crétacique supérieur, à propos des Rudistes, la même erreur que dans le Jurassique pour les niveaux de Polypiers. Il y a des dépôts de Rudistes et de Polypiers d'âges divers; et c'est par des organismes plus sensibles et plus variables, Céphalopodes toutes les fois que c'est possible, Échinides à défaut, que les classifications d'étages doivent être établies.

Comme conséquence de ce principe, M. Peron affirmait qu'une partie des Hippurites sont d'âge sénonien, comme étant supérieures à l'horizon du *M. brevis* et du *M. Matheroni*. Ces Échinides étaient alors, comme à présent, regardés comme caractéristiques de la partie inférieure du Sénonien. Ainsi, à la Montagne des

1. *B. S. G. F.*, (3), V, p. 469.
2. Traité de Géologie, 4e éd., p. 1369.

Cornes (Aude), et au Beausset (Var), M. Peron élevait à l'étage sénonien (Emschérien) les grands bancs d'Hippurites, qui sont classiques en géologie.

Micraster brevis des Corbières est aujourd'hui *M. corbaricus* Lamb. : c'est celui que j'ai recueilli à l'Octroi. Celui de la craie de Villedieu est devenu *M. turonensis*. La distinction des espèces n'a point modifié leur place stratigraphique, et dans le dernier travail important sur la Craie, celui de M. de Grossouvre [1], l'on peut voir *M. corbaricus* dans le Coniacien et le Santonien inférieur.

M. Peron ne se mettrait-il pas en contradiction avec lui-même, en prétendant qu'à l'Octroi de Menton *M. corbaricus* serait dans une couche turonienne?

De même, pour *M. decipiens* et *M. Heberti* à Gorbio : je ne puis me résoudre à les placer dans l'étage turonien. Si la carrière de Lodola est turonienne, la preuve en serait faite par *M. Leskei*, et non par *Ech. scutatus* (cette espèce existe aux deux endroits). Je crois qu'il faut donner aux *Micraster* le pas sur les *Echinocorys*, dont la vie paraît en général plus longue, et qu'aucun auteur n'a regardé, à ma connaissance, comme caractéristiques d'un niveau spécial.

Il s'agit maintenant du *Micraster arenatus*. M. Peron voudrait le réunir au *M. Matheroni*. Je dois laisser aux spécialistes la solution du problème; mais je ne puis m'empêcher de dire que les deux espèces me paraissent distinctes. J'avais noté, il y a quelques années, qu'un *Micraster* de forme circulaire du Musée de Nice devait être *M. Matheroni*. Il n'avait pas alors d'étiquette, et, cette année, je l'ai revu classé sous ce nom, détermination que je crois exacte. J'ai aperçu aussi, à Gando, un fragment que je n'ai pas recueilli, et qui appartenait sûrement à la même espèce : les sillons ambulacraires sont courts et peu creusés, terminés brusquement, conformément à la figure de d'Orbigny. Tout en étant d'accord que la figure de *M. arenatus* donnée par Sismonda n'est pas très bonne, je vois dans mes exemplaires et dans celui du Musée de Menton, dont j'ai le moulage sous les yeux, que chez le *M. arenatus* les sillons sont très allongés, allant presque jusqu'à la périphérie, où ils aboutissent par un raccord insensible; ils sont certainement aussi plus profonds. De plus, tandis que d'Orbigny, pour *M. Matheroni*, dit : « Coquille presque circulaire », Sismonda donne, dans sa diagnose de *M. arenatus*, le détail suivant, qui me paraît très exact : « disco cuoriforme, largo in avanti, ristretto posteriormente e leggermente troncato ».

1. Recherches sur la Craie supérieure, 1901, p. 474.

Ces caractères, fort différents chez les deux espèces, ne me paraissent donc pas motiver leur réunion.

D'après les découvertes de M. Peron, l'âge du *Micraster arenatus* serait fixé par *Mortoniceras texanum*, dont il a recueilli plusieurs exemplaires dans les mêmes couches à la montée de la Madone. Je suis retourné l'hiver dernier à ce gisement, et je crois reconnaître, de mémoire, d'après la description, les bancs marneux, gris, micacés, parfois teintés de rouille, dont parle M. Peron. J'ai récolté de nouveau plusieurs Échinides, mais sans apercevoir aucune trace de Céphalopodes. Je n'ai donc qu'à féliciter mon savant confrère d'avoir été plus heureux que moi dans ses trouvailles, et qu'à m'incliner devant son argument précis qui ne peut être contesté. Les couches de la Madone doivent être classées dans le Santonien.

Le niveau du *Micraster arenatus* se trouvant ainsi fixé, il faut ramener à la même époque l'âge des couches de Saint-Hospice où je l'ai recueilli.

Toutefois le banc d'*Ostrea vesicularis* de la villa Vial ne pourrait-il pas être un peu plus récent? Les bouleversements que j'ai signalés dans l'allure des couches de la presqu'île, avec un bombement cénomanien à Monciacò, bouleversements qui ont amené l'effondrement du golfe d'Eze, autoriseraient la supposition de niveaux sénoniens plus modernes. Je n'ai pas vu d'Échinides avec les *Ostrea vesicularis*.

M. Peron est d'accord avec moi sur l'âge campanien de la faune de Font de Giariel. C'est déjà beaucoup, quand on réfléchit que ce gisement était autrefois regardé comme l'équivalent de la craie de Villedieu, et que ni M. Toucas, dans son remarquable article de 1882 [1], ni M. Fallot, dans sa thèse de 1885, n'avaient essayé une assimilation précise. La liste de fossiles donnée par M. Toucas implique d'ailleurs le mélange de plusieurs provenances.

M. Peron voit ici le niveau de Reims à *Belemnitella quadrata*, au lieu de celui de Meudon, que j'ai cru pouvoir indiquer d'après *Micraster Brongniarti* var., qu'a déterminé M. Lambert. Il faut attendre la solution de la divergence pendante entre M. Peron et M. Lambert, sur l'interprétation définitive de ce type, ainsi que des autres *Micraster* de la localité.

Nous convenons tous deux que l'observation des carrières de Contes est difficile, et que nous n'avons recueilli en place ni Céphalopodes, ni *Micraster*. M. Baron a dit que les assises à Céphalopodes étaient supérieures à des bancs contenant les mêmes

1. *B. S. G. F.*, (3), X, p. 154

Échinides que ceux de Font de Giariel. Cette assertion a besoin évidemment d'être contrôlée; mais la preuve négative est-elle suffisante pour la détruire?

Je sais que *Pachydiscus Levyi* paraît occuper dans les Charentes un niveau bien marqué (Campanien inférieur). M. Fallot a cité aussi de Contes *Pachydiscus neubergicus*, qui indiquerait des assises plus élevées. Est-ce une erreur? Je vois que M. de Grossouvre n'a pas mentionné notre localité dans les gisements de cette dernière espèce.

M. Peron me permettra d'attendre encore quelques observations nouvelles et plus démonstratives, avant d'abaisser de deux ou trois niveaux les couches de Contes-les-Pins. Je dirai aussi que je n'admets pas avec lui que l'aspect lithologique des assises puisse faire pressentir les trois étages turonien, emschérien et aturien.

TERTIAIRE ET QUATERNAIRE DES ENVIRONS DE NICE

par M. A. De RIAZ

J'ai visité l'hiver dernier, sur les bienveillantes indications de M. Ambayrac, dont je le remercie, un gisement intéressant, tertiaire ou quaternaire.

A 2 kilom. environ de Villefranche, sur la route de Nice, un peu avant la villa Chauvin, se trouve à 50 mètres au-dessus de la mer une grande carrière. A première vue, on pourrait supposer que la roche exploitée fait partie de la colline jurassique de Montboron, contre laquelle elle est plaquée; mais il est facile de reconnaître que c'est une brèche. Des blocs détachés de la colline ont été soudés par un ciment extrêmement dur, qui a empâté des coquilles marines en laissant quelques cavités : ce ciment a été produit par des infiltrations qui ont formé des veines tantôt spathiques, parfois ferrugineuses, et l'on pourrait trouver des morceaux auxquels le polissage donnerait un fort joli aspect avec couleurs variées.

Les fossiles consistent presque uniquement en *Pectinidæ* (*Pecten pesfelis* L., *Pecten varius* L.), espèces encore vivantes, mais pliocènes aussi. Le dépôt est-il astien ou quaternaire?

La région est très disloquée. La mer, au large, atteint une profondeur de 3000 mètres; les montagnes ont de 1000 à 3000 mètres

d'altitude : nous sommes donc en présence de dénivellations énormes. Il y a plusieurs époques de plissements, et quelques éruptions volcaniques sur le littoral sont d'âges divers.

Les grands mouvements datent de la fin de la période crétacique, et se sont continués pendant l'Éocène. Je trouve qu'on n'a pas jusqu'ici assez donné d'importance aux soulèvements récents. La Société a pourtant constaté en 1877 la présence du Pliocène à 350 mètres d'altitude, tandis qu'à Biot et à Cannes, il est presque au niveau de la mer. A Castel d'Appio [1], à l'est de Menton, d'énormes bancs de poudingues très durs provenant du delta de la Roya sont intercalés dans les marnes, et le tout, fortement incliné, est porté à 300 mètres d'altitude. Il s'est donc produit des soulèvements considérables très récents.

M. Caméré [2] parle dans le voisinage de Nice de « brèches renfermant des ossements et des coquilles terrestres souvent mélangées avec des coquilles marines..... Sur le flanc ouest de Montboron, les éléments de ces brèches sont des galets très arrondis ».

Près d'Antibes sont des brèches analogues, regardées comme quaternaires. Ici, c'est autre chose que les dépôts décrits par M. Caméré. Il ne parle pas d'altitude, ce qui me semble un point important. Est-ce un soulèvement insensible qui se serait produit depuis l'ère quaternaire? Cela n'est pas impossible, mais me paraît peu probable. Le soulèvement est en réalité de plus de 50 mètres, les coquilles s'étant déposées à une certaine profondeur entre les blocs éboulés : la mer était tranquille, puisqu'elles sont entières.

Je crois plutôt ce dépôt d'âge astien ou sicilien. Toutefois, je n'ose me prononcer définitivement, et je soumets la question à mes confrères.

Comme dépôt quaternaire, je citerai une sorte de tuf, à l'ouest de l'Eden-Hôtel. Il est plaqué sur une roche éruptive que M. Léon Bertrand paraît avoir visitée. J'y ai recueilli *Helix monœcensis* Rambur [3] à l'état subfossile. Je crois cette espèce assez rare. Tournouër se demandait si elle ne doit pas être réunie à *Helix Pareti* Issel [4].

1. Ce gisement est peu connu. Il ne vaut pas la localité type et magnifique de Castel-Arquato, ni celles que j'ai visitées en Toscane (San-Rocco, Monteriggioni, Lucciani). Toutefois on peut, à certains moments, y recueillir de jolies collections.

2. *B. S. G. F.*, (3), V, p. 853.

3. *Journ. Conchyl.*, vol. XVI, p. 265. 1868; et *id.*, vol. XVII, p. 252, 1869. Mes échantillons ont été vérifiés par M. Locard. Je possède un autre fragment qui proviendrait de la Mortola.

4. *B. S. G. F.*, (3), V, p. 855.

SUR L'AGE DES GRÈS CARPATHIQUES DE ROUMANIE

par M. Romulus SEVASTOS.

Tandis que de l'autre côté de la frontière ouest de la Moldavie, Herbich en Transylvanie et M. K.-M. Paul en Bukovine avaient débrouillé la stratigraphie du grès carpathique ou flysch, en fixant d'une manière certaine l'âge des différents niveaux, en Roumanie et surtout en Moldavie la question restait en suspens. M. Draghiceanu figurait sur sa carte, dans le flysch, trois zones correspondant au Crétacé inférieur et supérieur et à l'Éogène; tandis que le Bureau géologique le considérait en entier comme éocène.

Cette contradiction était due à l'absence de fossiles dans le flysch. Les recherches que je poursuis depuis 1899 dans les grès carpathiques de la Moldavie (départements de Neamtz et de Suceava) me permettent d'établir plusieurs niveaux dans le grès carpathique de ces régions.

Néocomien. — C'est l'horizon le plus inférieur du flysch, je l'ai trouvé dans la vallée de Bistritza près du village Sabassa. Sur la rive gauche les couches, à découvert sur une grande étendue, se démantèlent en montrant la surface de stratification. On trouve :

1° A la base un grès micacé en minces plaquettes.

2° Un grès calcaire en minces couches avec fragments et feuilles carbonisées, qui se trouvent aussi à Gallu et à Poiana Teiului; mais ici les restes carbonisés sont plus grands et plus abondants.

3° Des argiles grises dans lesquelles j'ai trouvé l'impression d'un *Hoplites neocomiensis* d'Orb. En outre de leur schistosité stratifiée propre, elles en ont une autre presque normale à la première.

4° Les argiles sont recouvertes par des schistes marneux bleuâtres à hiéroglyphes, avec fragments d'*Ancyloceras* et de *Hamites*.

Ces schistes ont une direction N. 40° O., plongent vers le thalweg et constituent le flanc occidental d'un anticlinal, dont le côté oriental est recouvert par un grès massif.

Le grès avec des feuilles carbonisées nous rappelle celui de Pojorita (Bukovine), rapporté par M. K.-M. Paul au calcaire de Teschen (Néocomien moyen).

L'argile avec *Hoplites neocomiensis* d'Orb. et les schistes avec les hiéroglyphes doivent être rapportés aux schistes supérieurs de Teschen = schistes de Ropianka (Néocomien supérieur). Ces schistes sont équivalents aussi au grès gris bleuâtre de Transylvanie, bassin supérieur de Trotush, dans lequel Herbich a trouvé

Hoplites castellanensis d'Orb. à Osdola (Kaszon) et aux marnes foncées de Kovasna à *Hoplites neocomiensis* d'Orb.

Je désigne ce niveau sous le nom de *schistes marneux à hiéroglyphes de Sabassa.*

GAULT. — Un deuxième niveau, très épais et très étendu est formé par un grès compact, massif, qu'on peut bien voir dans la vallée de Largu à Poiana Teiului.

Le grès calcaire, micacé, jaunâtre, forme des bancs épais, qui alternent parfois avec des minces couches de schistes noirs luisants. Par place, le grès présente de nombreux nodules calcaires, entourés d'une couche de carbonate de fer, en général de la forme ellipsoïdale et aplatie qu'on appelle *miche*. Le calcaire tend à s'isoler du grès et se concentre dans ces nodules. Dans une miche j'ai trouvé le *Belemnites minimus* Lister.

Le grès massif présente une grande constance des caractères pétrographiques. Je l'ai suivi depuis Poiana Teiului, Gallu jusqu'à Sabassa, où il repose sur le versant oriental de l'anticlinal formé par les schistes à hiéroglyphes. Il donne naissance à un autre anticlinal, parallèle à la rivière de Bistritza, dont l'axe est visible dans la vallée de Sabassa au kil. 7 du chemin de fer, qui sert à l'exploitation des sapinières et on le retrouve dans la vallée de la Farcasa.

En aval, je l'ai trouvé près de Rapciune et je crois qu'il représente le même niveau que le grès de Tarcau, qui a une dureté plus grande et une couleur bleuâtre, car j'ai vu dans plusieurs endroits ce grès devenir jaunâtre et moins dur. Je désigne ce grès sous le nom de grès de Poiana Teiului. Ce grès renfermant le *Belemnites minimus* List. appartient au grès de Godula du Gault et au grès du Mt Tomnatic (Bukovine).

CRÉTACÉ SUPÉRIEUR. — Le grès massif de Poiana Teiului est recouvert par un autre plus grossier, qu'on peut voir dans la vallée de Farcasa où j'ai trouvé un *Turrilites* du groupe *Heteroceras*. Comme ce grès grossier repose sur le Gault, de même que dans la vallée de Suceava et dans le Mt Tomnatic il représente le Crétacé supérieur et probablement le Cénomanien. Je désigne ce niveau sous le nom de grès à *Turrilites* de Farcasa.

Le grès à Turrilites et le grès de Poiana Teiului sont recouverts par un autre grès à calcite alternant avec des lits schisteux. Ce grès est plus compact, plus dur ; il représente un niveau supérieur, peut-être l'Éocène, comme on peut le constater à Poiana Teiului, où le grès massif, dans le pic de Nimasu, est recouvert par le grès à calcite, de même que dans la Bitca-Russeni.

Séance du 3 Novembre 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance du 19 Septembre 1902 La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président annonce la mort de M. **Damour** et s'exprime en ces termes :

« En ouvrant cette séance de rentrée, j'ai une tâche douloureuse à accomplir ; j'ai le regret de vous annoncer le décès, pendant les vacances, du plus ancien de nos présidents, d'un de nos doyens d'âge, M. Damour, membre libre de l'Académie des Sciences, décédé à Paris, à l'âge de 94 ans.

« M. Damour était des nôtres depuis 1840. Avec lui disparaît un des derniers survivants de ce que l'on pourrait appeler l'âge héroïque de notre Société, de l'époque où les Constant Prévost, les Elie de Beaumont, les de Verneuil, les d'Archiac, vinrent tour à tour occuper le fauteuil présidentiel. Nos doyens, à une exception près, appartiennent maintenant tous à une génération ultérieure, et c'est M. Albert Gaudry qui est aujourd'hui le doyen de nos anciens présidents. Nous formulons tous le vœu qu'il puisse le rester encore pendant de longues années.

« M. Damour, éloigné de nos réunions du soir par son grand âge, se faisait encore un devoir d'assister aux séances des commissions des prix Fontannes et Viquesnel, et témoignait ainsi du grand intérêt qu'il portait, lui minéralogiste, au développement de la géologie. Une plume autorisée retracera dans notre Bulletin sa carrière scientifique. Je tiens à remercier M. Gaudry d'avoir bien voulu nous représenter aux obsèques de M. Damour et j'adresse au défunt, au nom de la Société géologique, un dernier adieu. »

Le Président annonce sept présentations de nouveaux membres.

M. M. Boule offre à la Société géologique, de la part de notre confrère M. **Fourtau,** trois brochures ayant pour titres : *Voyage dans la partie septentrionale du désert arabique ; Notes sur les Echinides fossiles d'Egypte* et *Note sur la constitution géologique des environs d'Alexandrie.*

M. **Boule** présente en outre à la Société un tiré à part d'une conférence faite au Muséum sur *les Créatures géantes d'autrefois* et dont le texte a été publié par la Revue générale des Sciences.

M. **Albert Gaudry** présente une note intitulée : *Recherches paléontologiques de M. André Tournouër en Patagonie*, et s'exprime en ces termes :

M. André Tournouër vient, pour la quatrième fois, de se rendre en Patagonie, où il poursuit d'importantes fouilles paléontologiques. Il a rapporté au Muséum de magnifiques collections que nous serons heureux de montrer à nos confrères de la Société géologique. Les fossiles tertiaires de Patagonie sont tous différents des fossiles des Pampas, dont notre Muséum a de si beaux spécimens. Ils sont encore plus différents des types de nos pays ; véritablement ils semblent représenter un autre monde. Le *Pyrotherium*, l'*Astrapotherium*, l'*Homalodontherium*, le *Nesodon*, le *Colpodon*, le *Diadiaphorus*, le *Theosodon*, l'*Hegetotherium*, le *Protypotherium*, le *Nematherium*, l'*Hapalops*, le *Peltephilus*, etc., dont M. Tournouër a recueilli assez de pièces pour qu'on puisse juger de leurs caractères, n'ont pas de rapports avec nos Mammifères. Cela nous rend la détermination de leur âge géologique très difficile. A moins d'admettre leur grande ancienneté, comme M. Ameghino, nous sommes obligés de reconnaître que leur état d'évolution est beaucoup moins avancé que dans les fossiles tertiaires de notre hémisphère ; car, dans l'étage tertiaire le plus récent, le Santacruzien, nous ne trouvons ni Proboscidiens, ni Ruminants, ni animaux en voie de le devenir. Les Ongulés à doigts impairs, dont les pattes se sont simplifiées ainsi que dans les Solipèdes, ont encore un péroné complet, posant sur le calcanéum, et leurs molaires supérieures ont leur second lobe inachevé.

Grâce à M. Tournouër, nous sommes maintenant en France capables d'étudier les fossiles de Patagonie qui soulèvent de curieux problèmes. Je crois être l'interprète de plusieurs membres de la Société géologique de France en envoyant, au-delà des mers jusqu'en Patagonie, nos meilleurs vœux à notre jeune confrère pour que de nouveaux succès couronnent ses fouilles entreprises avec tant d'habileté et de désintéressement.

M. **Toucas** présente un mémoire *Sur la classification et l'évolution des Hippurites* [1].

1. Ce mémoire sera inséré dans le tome XI des Mémoires de Paléontologie.

M. **de Grossouvre.** — *Réponse aux observations de M. Dollfus.*

Dans ses observations relatives à mes communications des 2 et 16 juin M. Dollfus a transformé en considérations théoriques générales une discussion qui ne portait que sur des faits. Or, les faits dominent les thèses et je crois nécessaire de revenir au point de départ du désaccord : les sables de la Sologne sont-ils, oui ou non, caillouteux ? en tout cas, le deviennent-ils aux environs de Gien ?

Tout d'abord j'écarterai comme absolument insuffisante la méthode de démonstration basée uniquement sur la comparaison des cotes d'altitudes : en appliquant ce procédé d'induction aux mêmes gisements caillouteux de la Sologne, M. Dollfus est arrivé à les classer d'abord (1893) dans le diluvium quaternaire [1], puis (1901) dans le Miocène inférieur.

D'ailleurs, puisque mon confrère se refuse à croire à l'existence de galets de basalte dans les cailloux culminants de la Sologne, je laisserai cet argument de côté : les autres observations que je vais invoquer et que j'emprunterai en partie aux travaux de M. Dollfus sont assez concluantes pour que je n'aie pas besoin d'insister sur ce détail.

En premier lieu, je reprends la définition si nette qu'il a donnée [2] en 1893 des caractères qui permettent de séparer les cailloutis diluviens des sables de la Sologne : j'ajoute qu'elle s'applique aussi bien à tous autres cailloutis, quel que soit leur âge. « Il est impossible, disait alors M. Dollfus, de confondre le cailloutis diluvien avec les sables solognais, car il renferme des cailloux de taille très inégale, parfois très gros, composés de silex crétacés, de chailles jurassiques, de brèches siliceuses, de quartz jaune très roulé, de basaltes du Plateau Central, tous matériaux contrastant avec la nature uniforme et régulièrement calibrée des sables de la Sologne qui sont exclusivement quartzeux et feldspathiques ». Dans cette formule, laissons de côté ce qui a trait aux éléments basaltiques ; il reste encore assez de caractères bien nets et bien tranchés, pour que la distinction entre les sables de la Sologne et les cailloutis soit aisée partout où leurs faciès restent typiques.

Dans la Sologne proprement dite, on n'a jamais encore cité aucune coupe de carrière, aucun puits, aucun forage, ayant montré des sables de la Sologne renfermant des cailloux ou des galets : c'est un premier point acquis.

1. 1893. Géologie de la Sologne, p. 5.
2. *Loc. cit.*, p. 4.

Examinons la région de Gien et voyons si, comme on l'a dit, les sables de la Sologne y deviennent plus grossiers et commencent à s'y charger de cailloux. Au sud de cette ville, on ne rencontre que des cailloutis typiques, à éléments variés et volumineux ; au nord, au contraire, on trouve à la fois et côte à côte, d'une part les sables de la Sologne typiques et de l'autre des dépôts caillouteux ; c'est-à-dire des *sables uniquement quartzeux et feldspathiques*, à grains fins assez régulièrement calibrés, absolument semblables à ceux qui existent dans la Sologne ou aux environs d'Orléans, et, à côté, *des cailloux variés comme nature et comme taille*. Tels sont, par exemple, les sables des Hautes-Maisons que j'ai déjà cités, et à leur voisinage immédiat les cailloutis d'Arrabloy ou ceux de la Bussière.

Jamais on n'a cité et jamais on ne pourra citer de gisements présentant des caractères intermédiaires, puisque les deux terrains restent toujours typiques et essentiellement différents, même quand ils sont juxtaposés.

Les observations que je viens de résumer montrent donc :

1° Que dans la région de Gien les sables de la Sologne conservent leur faciès normal et ne sont pas plus grossiers qu'ailleurs.

2° Que nulle part il n'y existe de dépôts formant passage entre eux et les cailloutis.

D'où nous pouvons conclure en toute assurance que ces deux terrains appartiennent à deux assises différentes.

SUR UN NOUVEL EXEMPLE DU PHÉNOMÈNE DE CAPTURE DES COURS D'EAU SUPERFICIELS PAR ÉROSION SOUTERRAINE

par M. E. FOURNIER.

J'ai récemment appelé l'attention des géographes et des géologues sur le curieux phénomène de capture des cours d'eau superficiels par des cours d'eau souterrains [1], phénomène qui est beaucoup plus fréquent qu'on ne le croit, dans les régions calcaires.

Je me propose de décrire un nouvel exemple de ce phénomène, qui se présente ici avec une netteté si parfaite qu'il ne reste *aucune place à l'interprétation*.

1. *C. R. Ac. Sc.*, 13 janvier 1902.

Le ruisseau de Serre, qui prend sa source près de Canac, au sud-ouest de Campagnac (Aveyron ; feuille de Séverac-le-Château), offre, dans la plus grande partie de son cours supérieur, un bel exemple de vallée monoclinale, ainsi que le montre la fig. 2. Son lit est creusé, dans toute la partie comprise entre la source et le château de Galinières, dans les marnes du Lias supérieur et moyen. Ce ruisseau est un affluent de l'Aveyron.

Or, entre Saint-Martin et Pierrefiche, on voit ce ruisseau se diviser en deux branches à peu près égales. Celle de gauche continue son chemin vers Coussergues, c'est-à-dire vers l'Aveyron ; l'autre, quittant les marnes du Lias, vient se perdre à sa rencontre avec les calcaires sinémuriens dans un entonnoir désigné sur la carte de l'Etat-Major sous le nom de Trou-de-Souci.

Or, les eaux qui se perdent dans le Trou-de-Souci viennent ressortir à 1 kil. environ plus au nord, dans la source du Moulin de Glassac, sous le village de Pierrefiche, véritable résurgence vauclusienne qui donne naissance à un ruisseau qui se jette *dans le Lot* à Sainte-Eulalie de Rive d'Olt (Feuille de Mende). La communication entre le Trou-de-Souci et la résurgence de Glassac est démontrée par l'expérience journelle des éclusées des moulins d'amont, par les eaux de lavage que l'on voit ressortir à la source, par le trouble des eaux qui se communique du trou à la résurgence, enfin par diverses expériences de curage faites par les usiniers d'aval dans le Trou-de-Souci et dans le bras du ruisseau qui y aboutit ; afin d'éviter l'engorgement de l'entonnoir on a établi une grille sur sa paroi occidentale qui est celle où s'effectue la principale absorption.

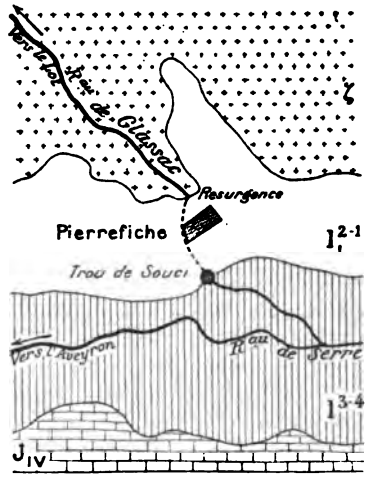


Fig. 1. — Carte schématique de la perte du ruisseau de Glassac. — Echelle : 1/100.000 environ.

J_{IV}, Bajocien ; l^{3-4}, Marnes du Lias moyen et supérieur ; l_1^{2-1}, Infralias et Lias inférieur ; ζ, Micaschistes.

Quand les eaux sont trop fortes, elles se déversent dans un entonnoir voisin, qui communique souterrainement avec le précédent.

La vallée du ruisseau de Serre, entre sa source et Galinières, se trouve *à environ 200 mètres plus haut que les points correspondants de la vallée du Lot*, il s'ensuit que, si l'on ne s'y oppose par des travaux, le ruisseau de Serre *finira par être absorbé en totalité* par le Trou-de-Souci ; il serait d'ailleurs très facile de *provoquer immédiatement le phénomène* en désobstruant le Creux-de-Souci, de façon à lui permettre d'absorber un débit égal à celui du ruisseau de Serre.

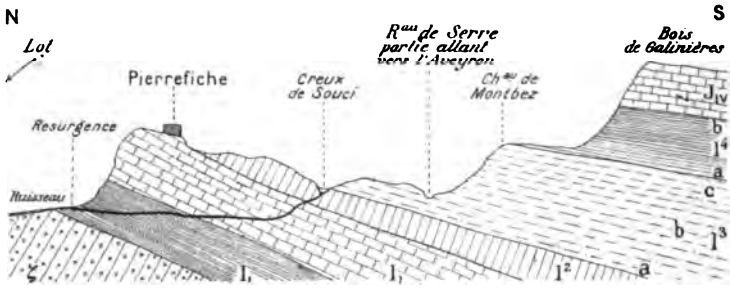


Fig. 2. — Coupe de la perte du ruisseau de Glassac. — Echelle : 1/30.000 env.

J_{IV}, Bajocien ; l^4, Toarcien (a, Calcaire à Posidonomyes ; b, Marnes) ; l^3, Charmouthien (a, Marnes et calcaires noduleux ; b, Marnes jaunes ; c, Zone à *Pecten æquivalvis*) ; l^2, Sinémurien (calcaire) ; l_1, Hettangien (calcaires magnésiens bien stratifiés, marnes) ; l_1, Infralias (calcaires marneux et marnes) ; ζ, Micaschistes.

La situation du ruisseau de Glassac par rapport à celui de Serre est tout-à-fait comparable à celle de la Loue par rapport au Doubs supérieur. La carte géologique (fig. 1) et la coupe (fig. 2) rendent bien compte du phénomène, sur la réalité duquel aucun doute n'est ici possible.

L'existence de ces dérivations souterraines soulève plus d'un point de droit curieux, car il est bien évident que la législation actuelle est dans ce cas inapplicable. Nous aurons l'occasion de revenir ailleurs sur ce point.

SUR LE FLYSCH
ET EN PARTICULIER SUR LE FLYSCH DE BIARRITZ

par M. Ch. MAYER-EYMAR.

Le Flysch véritable est, comme on sait, une formation marine, d'âge éocène quasi-supérieur, propre à la moitié sud de l'Europe et très répandue, depuis les Pyrénées jusqu'au Caucase. De constitution pétrographique très variable, puisqu'il est représenté tantôt par des schistes (Alpes centrales), tantôt par des calcaires marneux (Ligurie centrale, etc.), tantôt même par des grès (grès de Vienne, etc.), le vrai Flysch, dépôt de mer relativement profonde, est, sauf à sa base, pauvre en coquilles fossiles ; mais, presque partout, certains de ses bancs sont riches en plantes considérées comme Algues, parmi lesquelles domine de beaucoup le genre *Chondrites* (*Ch. Targionii*).

Malheureusement, cette espèce, loin d'être caractéristique, sinon par son abondance, ressemble tellement à une autre, beaucoup plus ancienne, le *Ch. æqualis*, du Cénomanien, que les deux peuvent facilement être confondues [1] et prêter ainsi, dans des coupes anormales, à de graves erreurs de classification. Mais si le *Ch. Targionii* à lui seul ne saurait avoir de valeur stratigraphique que là où les bancs qui le contiennent ont leur place assurée, il est, sinon d'ordinaire, du moins dans plusieurs et de vastes contrées, accompagné d'une autre espèce, prêtant moins à la confusion, le petit et très mince *Ch. intricatus*, et en même temps d'un autre fossile caractéristique, de la classe des Vers celui-là, le singulier *Helminthoidea labyrinthica*. Or, en répétant ici ce que j'ai déjà dit mainte fois (*B. S. G. F.*, 1877, 1893, etc.) et le premier dans une publication française, savoir, que les trois espèces citées se trouvent par place en abondance dans le Macigno de Gênes et environs et qu'ainsi non seulement les couches qui les renferment, mais aussi toutes celles de même nature marno-calcaire ou marno-schisteuse qui leur succèdent normalement, appartiennent au

1. Mantell cite en effet le *Ch. Targionii* du Cénomanien d'Angleterre, tandis que Kœchlin-Schlumberger nomme *Ch. æqualis* l'Algue du calcaire gréseux de Bidart, qu'il considère comme du Flysch véritable. *B. S. G. F.*, (2), XII, p. 1249.

Flysch véritable, je revendique de nouveau pour cet étage le nom de Ligurien que je lui ai donné dès 1858 [1].

Quelle est maintenant la place exacte du Flysch dans la série tertiaire, en d'autres termes, quel est l'étage certain auquel il succède immédiatement ? Quoique je pense avoir surabondamment prouvé [2] que cet étage était le Bartonien, comme mes notes précédentes [3] ne sont pas accompagnées de coupes et de listes de fossiles probants, je vais démontrer qu'il ne saurait y avoir entre le Flysch et le Nummulitique moyen, synchronique du Calcaire Grossier de Paris, d'autre étage que ce Bartonien du Sud.

La coupe typique, grâce à laquelle et aux quelques fossiles déterminés dès alors, j'ai, le premier et dès 1858, reconnu l'âge bartonien du terrain nummulitique supérieur des Alpes, se trouve sur le bord nord-est du lac de Thoune et comprend, d'une part, les strates éocènes visibles à la base de la montagne, d'une autre (les couches superposées plongeant vers le sud), celles qui leur succèdent sur la montagne abrasée des Ralligstœcke et, au milieu de la montagne vis-à-vis (le Niederhorn), enfin, celles qui constituent à peu près la moitié supérieure de ce dernier mont. Ces dépôts du pied de la montagne sont le Nummulitique glauconieux de Neuhaus, à *Prenaster alpinus*, *Echinolampas affinis*, *Terebratula alpina*, etc., base en Suisse du Nummulitique moyen et correspondant ainsi à la glauconie grossière du bassin de Paris ; puis, le gros banc de *Nummulites complanatus* et *distans*, visible au bord des chemins de Merlingen et d'Interlaken à Beatenberg, représentant dans le Midi de l'Europe et en Egypte du banc à *Nummulites lævigatus* du Calcaire Grossier inférieur. Ceux qui leur succèdent, après une lacune locale correspondant au Calcaire Grossier dit moyen (si bien représenté près d'Einsiedeln par le riche gisement de Steinbach), sont, de leur côté, aux Ralligstœcke, un banc de grès fin, de couleur violacée, analogue pétrographique du sable rose, base dans la Champagne, du Calcaire Grossier supérieur, et immédiatement au-dessus, une formation saumâtre, avec un banc de lignites, dépendance certaine des couches dites de Provins, si répandues en France et jusque dans le Jura suisse [4].

1. *Act. Soc. helv. Scienc. natur.* Réunion de Trogen.
2. System. Verzeichn. der Kreide- und Tertiär-Versteiner der Umgeg. von Thun. *Matériaux pour la Carte géolog. de la Suisse*, livr. 24, 2e partie, 1887.
3. Voyez page 8, note (1), et page 9 de ma notice de 1893. *B. S. G. F.*, (3), XXI.
4. La liste de la faunule de ce dépôt, que j'ai donnée dans le mémoire cité, comprend en effet, mélangées avec des formes propres à la zone méditerranéenne du sous-étage, telles que les *Cyrena Rouyi* et *vapincana*, le *Cytherea Vilanovai* et les *Cerithium calcaratum* et *ligatum* ou *Tokodense*, plusieurs

Notre coupe, interrompue aux Ralligstœcke, par suite de l'éboulement de leur sommet, se continue sur le flanc nord du Niederhorn, puisque la formation saumâtre se retrouve ici à une certaine hauteur, où son banc de lignites a longtemps été exploité. Or, des assises correspondant à la roche calcaire dite de Paris et aux caillasses, qui, là-bas, terminent le Calcaire Grossier supérieur, manquant ici, par suite du retrait précoce de la mer, les puissants dépôts qui succèdent se trouvent caractérisés, tant par la place qu'ils occupent, que par leur roche longtemps gréseuse et par une bonne partie de leur faune, comme les équivalents des dépôts bartoniens du Nord.

C'est, en effet, d'abord, un grès blanchâtre, plus ou moins grossier, dit grès du Hohgant, me paraissant puissant au Niederhorn de plus de cent mètres, pauvre en fossiles autres que des Nummulites (douze espèces) et des Huîtres, mais déjà caractérisé comme bartonien par la présence du *Nummulites variolarius* (commun), de l'*Ostrea Defrancei* (commun) et de l'*Ostrea cubitus* (non rare). Ce grès passe enfin assez brusquement — puisque certains échantillons offrent les deux sortes de roche juxtaposées — à un grès calcaire gris foncé, en bancs peu épais, assez puissant lui aussi, mais en tout cas beaucoup moins que le grès sous-jacent. Pauvre en Nummulites tout-à-coup, la nouvelle roche possède en revanche trois espèces d'Orbitoïdes (les *O. papyracea*, *stellata* et *tenella*) et une faune de Mollusques très riche en espèces, sinon en individus (conservés à l'état de demi-moules ou d'empreintes nettes, ou avec une partie du test). Or, cette faune à faciès méridional compte un si grand nombre d'espèces caractéristiques pour le Bartonien du Nord — une trentaine au Niederhorn et dans les éboulis des Ralligstœcke — et parmi celles-ci tant d'espèces communes de part et d'autre [1], que son niveau stratigraphique ne saurait non plus être autre que celui des sables de Beauchamp. De plus en plus calcaire et à lits marno-calcaires vers le haut de la coupe, où dominent les gros Mollusques, entre autres les énormes *Dentalium grande* et les paquets de *Serpulorbis*, la roche passe enfin, sous

espèces caractéristiques desdites couches, à savoir : le *Planorbis pseudoammonius* abondant, le *Paludina Novigentiensis* certain, les *Melanopsis Castrensis* et *rapiformis* un peu douteux, associés aux *Potamides cristatus* et *perditus* et au *Cerithium tiara*, faciles à reconnaître.

1. Savoir : *Pectunculus deletus*, *Nucula lunulata*, *Cardita Davidsoni*, *C. pusilla*, *C. sulcata*, *Chama turgidula*, *Cardium parile*, *Corbula costata*, *C. ficus*, *C. pisum*, *Dentalium grande*, *Vermetus* (*S.*) *clathratus*, *V.* (*S.*) *semipedalis*, *Tenagodes multistriatus*, *Turritella granulosa*, *Xenophora patellata*, *Rostellaria* (*R.*) *labrosa*, *R. ampla*, *R. athleta*, *Pirula nexilis*, *Voluta costata*, *V. labrella*.

le sommet du Niederhorn, à, au moins deux bancs séparés, de vingt à trente centimètres, d'un calcaire brun-jaunâtre, pétris de Nummulites et d'Orbitoïdes [1], et intercalés dans des couches plus tendres, renfermant des nids de *Lithothamnium* et quelques plaques de Bryozoaires. Or, si cet ensemble, quoique relié par la roche aux couches sous-jacentes, ne prouve pas à la rigueur qu'il appartienne encore au Bartonien, puisqu'il est dénué de fossiles caractéristiques, il reparaît à sa place sur divers points de la chaîne du Hohgant et il nous a livré, dans les marnes et calcaires rognonneux supérieurs du Bartonien du Schimberg, en outre des Orbitoïdes cités, une vingtaine d'espèces de Mollusques, parmi lesquelles se trouvent le *Cardita sulcata*, le *Dentalium grande* et le *Serpulorbis clathratus* [2] incontestables. Il n'est donc pas douteux que ces bancs calcaires pétris de Nummulites et d'Orbitoïdes terminant la coupe du Niederhorn représentent le Bartonien supérieur du Nord de l'Europe (environs de Marines et de Mortefontaine; Hordwell Beds; Upper Barton), dont ils ont, eux aussi, le faciès côtier ou de mer moins profonde que le reste de l'étage.

Le Bartonien du bord du lac de Thoune se continue du reste — comme déjà B. Studer l'admettait pour ces dépôts gréseux et comme Kaufmann l'a précisé dans son grand mémoire de 1886 — sans interruption notable et sans grands changements de caractères, d'un bout à l'autre de la chaîne du Hohgant, c'est-à-dire jusqu'au lac des Quatre-Cantons. Il n'y a rien au-dessus, dans cette chaîne. Or, elle est flanquée tout le long, au sud, par le Flysch véritable et typique, qui s'accole au Bartonien supérieur, tant dans la vallée de Habkeren que dans celle de la Petite Schliere. Il n'y a donc, dans ces contrées, point de traces d'un étage intermédiaire.

A présent, il va me suffire, avant d'en venir finalement à la place normale du Flysch de Biarritz, d'appliquer les données de notre coupe aux principaux gisements du Nummulitique dit supérieur, autres que celui dont il est ici question, pour fixer à leur tour leur âge géologique exact.

Examinons en premier lieu le vaste dépôt nummulitique des environs de Nice, dont la place dans la série éocène n'est pas encore admise par tous. Ce dépôt possède dès sa partie moyenne,

1. Ces dernières, déterminées en 1883 ou 1884, par Kaufmann et par moi, sont : *Orbitoides asteriscus* Kaufm., *O. ephippium* Schl. (d'après Gümbel), *O. papyracea* Boub., *O. patellaris* Schl., *O. Petrobonensis* Gümb., *O. radians* Arch., *O. stellata* Arch., *O. tenella* Gümb., *O. tenuicostata* Gümb., *O. varians* Kaufm. et *O. variecostata* Gümb.

2. Recueilli en 1891.

à Roquestéron par exemple, diverses espèces d'Orbitoïdes ; il succède brusquement, à Branchaï et à Allons, aux couches à *Potamides Diaboli*, synchroniques de la formation saumâtre des Ralligstœcke et du Niederhorn ; il possède encore un certain nombre d'espèces caractéristiques du Bartonien en général, telles *Pectunculus deletus*, *Crassatella sulcata*, *Corbula ficus*, *Dentalium grande*, *Ampullina ponderosa*, *Rimella labrosa*, etc., et beaucoup d'espèces remarquables en commun avec le Bartonien suisse ; enfin, ce Nummulitique niçois se termine lui aussi (tel, à la Penne, à la Mortola, comme à la Scarène, il me semble) par un ou deux bancs de calcaire remplis d'Orbitoïdes et de Nummulites, tandis que le Flysch lui succède immédiatement autour de Puget-Théniers et près de la Mortola [1]. Donc, ici encore, il n'y a rien entre les étages bartonien et ligurien.

Passons maintenant en Hongrie, où la succession immédiate de ces étages a été constatée en plusieurs endroits par trois géologues du pays et par moi-même en dernier lieu. Voici d'abord la coupe des assises limitrophes des deux séries de couches qu'offre le versant sud de la montagne de Budapest, dans la partie appelée le Mathiasberg du vieil Ofen. Il y a là, les couches plongeant régulièrement et assez fort vers le sud-est, au-dessus de plusieurs bancs calcaires, riches en Orbitoïdes et en *Lithothamnium*, mais encore à Bryozoaires épars, plusieurs mètres de marnes calcaires en plaquettes, qui fourmillent par ci par là de Bryozoaires et d'Orbitoïdes, ainsi que de Foraminifères très divers. Toutes les espèces d'Orbitoïdes sont celles que nous connaissons déjà du Niederhorn et du Schimberg ; les Bryozoaires sont les mêmes que ceux décrits par Reuss principalement des terrains nummulitiques des Alpes : ces marnes sont donc, à priori, vraisemblablement, comme les bancs calcaires en dessous, du Bartonien supérieur. Or, ici, elles sont tout-à-coup surmontées par au moins dix mètres de marnes plus argileuses, dont la faune macroscopique est tout-à-fait différente et possède plusieurs espèces de Peignes tout particuliers en commun avec le Flysch inférieur d'Alpnach, au pied du mont Pilate et avec la marne calcaire de Hæring en Tyrol [2].

Ces marnes argileuses, dites de Kleinzell, lorsqu'elles sont rema-

1. Le Flysch de la Mortola, à couches si tourmentées, possède, en outre de minces bancs de Chondrites, diverses espèces de Mollusques bivalves, à l'instar du Flysch inférieur du Righi, le Rigien de Kaufmann.

2. Voyez, pour leurs noms, leur description et les remarques à leur sujet, la notice en allemand du Dr Karl Hofman, dans le deuxième tome du Journal de l'Institut géologique hongrois, année 1875. Voyez ensuite les changements de noms nécessaires, dans mon mémoire cité plus haut, pages 123 et 124.

niées, ne sont donc qu'un faciès particulier du Flysch, déterminé par une communication régionale et de courte durée de la mer du Nord « oligocène inférieure » avec la mer du Flysch. Il n'y a donc ici non plus aucune place pour un étage nouveau.

Quoiqu'il soit désormais inutile pour le but que je poursuis de pousser plus loin les investigations, je ne puis me résigner à passer sous silence les données stratigraphiques qu'offre la montagne de Klausenburg, sa coupe constitutive étant la plus belle et la plus probante que je connaisse, quant au développement régulier, à la richesse en fossiles et à la succession évidente des dépôts bartoniens et liguriens du Midi de l'Europe.

A Klausenburg, le Bartonien débute, au pied de la montagne, par environ vingt mètres de calcaire marneux et de marnes grises alternants, dont la moitié, riche en fossiles, est visible au bord de la Szamos, dans le faubourg de Kolos-Manastéros, et l'autre, presque à la base sud de la montagne, où son passage insensible aux couches suivantes peut être observé [1].

A ce Bartonien I, succèdent ici environ dix mètres de marnes calcaires plus ou moins friables, très fossilifères à leur tour, mais se distinguant par une première abondance des *Nummulites intermedius* et *Fichteli*, si répandues plus haut dans le Midi de l'Europe. Ces couches, reconnues comme « éocènes supérieures » par tous les géologues hongrois, possèdent, en effet, en outre du *Rotularia spirulæa*, si caractéristique de ce niveau par son abondance, plusieurs espèces à peu près particulières au Bartonien du Sud ou du Nord de l'Europe, telles *Ostrea Martinsi*, *Spondylus subspinosus*, *Pecten Biarritzensis*, *Mytilus Rigaulti*, *Arca asperula*, *Cardium parile*, *Cerithium fodicatum*, *Rostellaria goniophora*, *Conus crenulatus*, etc.; c'est donc bien du Bartonien moyen ou I, B.

Or, quel est le dépôt qui vient ensuite et cela sans ligne de démarcation appréciable? Ce sont les couches dites de Brédé ou à Bryozoaires, constituées par des marnes gris-bleuâtre et argilo-sableuses, sans doute assez puissantes ici (environ quarante

1. Ce premier dépôt bartonien, encore attribué à l'Eocène moyen par le professeur A. Koch, sous le nom de « Obere Grobkalk-Schichten » (couches de Calcaire Grossier supérieures) ou de couches de Klausenburg, est à mes yeux trop élevé dans la série pour appartenir encore audit étage. C'est qu'il est séparé des couches de Labatlan, à *Ampullina perusta* si commun, par le calcaire d'eau douce qui les termine en Transylvanie et par les argiles bigarrées, d'origine continentale, qui font suite; enfin, parce qu'il possède une faune assez semblable à celle du Bartonien inférieur de Nice, dans laquelle j'ai remarqué le *Pecten Biarritzensis* (commun), l'énorme *Vulsella deperdita* ou *legumen* et le *Mytilus Rigaulti* certain.

mètres ! d'après le professeur Koch), mais éboulées, à ce qu'il m'a semblé, sur le flanc nord de la montagne. Pauvres en Orbitoïdes (de trois espèces) et en Nummulites (de deux ou trois petites espèces) cette fois, ces marnes abondent en Bryozoaires de beaucoup de genres et d'espèces ; elles sont néanmoins intimement reliées aux couches précédentes par un certain nombre de fossiles caractéristiques du Bartonien du Nord ou du Sud, telles *Ostrea Martinsi*, *Pecten Biarritzensis*, *Mytilus Rigaulti*, *Arca Auversiensis*, *Nucula lunulata*, *Cardita sulcata*, *Cardium parile*, *Corbula pisum*, *Dentalium grande*, etc. Pas n'est donc besoin de savoir que le Dr Karl Hofmann les a, dès 1879, considérées comme aussi bien bartoniennes que les assises précédentes, et que M. le professeur A. Koch [1] a fini par se ranger à cette opinion, pour être fixé sur leur place dans l'Eocène : ces couches à Bryozoaires sont bien, comme celles de Budapest, du Bartonien supérieur.

Voici maintenant un fait tout nouveau pour la Transylvanie : à la montagne de Klausenburg, comme en Suisse et aux environs de Nice, c'est le Flysch qui succède immédiatement au Bartonien supérieur.

Ce premier sous-étage « Oligocène inférieur » manquant, au moins en sa roche typique — un schiste plus ou moins gréseux — tant au nord qu'au nord-ouest et au nord-est de Klausenburg, les géologues hongrois ont de tout temps, sans s'inquiéter de la place du grès des Carpathes dans la série tertiaire, fait suivre à leurs couches à Bryozoaires ou de Brédé, leurs couches de Hoja, reconnues, elles, comme « oligocènes inférieures » et de l'âge exact des couches dites de Sangonini du Vicentin. Or, guidé par ma connaissance de la position stratigraphique du Flysch, dès ma première visite au sommet de ladite montagne, je présumai que ce sommet boisé devait être constitué par une roche résistante et que cette roche devait être du Flysch. Cherchant alors dans les herbes et les broussailles du terrain déboisé au-dessous de la forêt, je rencontrai bientôt, épars sur un grand espace, de nombreuses plaques de grès qu'à ma grande satisfaction je reconnus pour la roche recherchée. Ces plaques schisteuses, de deux à quatre centimètres d'épaisseur, ne m'offrirent point, il est vrai, de Fucoïdes certains, mais en revanche beaucoup de ces petites concrétions en bas-reliefs, traces certaines de restes d'Invertébrés, comme le Flysch suisse en montre lui aussi assez souvent, et je recueillis en outre l'empreinte en creux d'un assez gros corps sinueux et annelé qui ne me parut

1. Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenbürgischen Landestheile. *Journ. Inst. géolog. hongrois*, tome X, 1894, page 142 (318).

pas inconnu. Maintenant, je ne puis m'expliquer que cette existence du Flysch aux portes de Klausenburg, pour ainsi dire, ait échappé aux investigations du professeur Koch, qu'en admettant que l'endroit était encore boisé ou tout au moins couvert d'épaisses broussailles, lors de ses recherches géologiques aux environs.

Mais, ici ne finit pas la coupe de la montagne de Klausenburg : au même emplacement que les éboulis du Flysch, mais un peu plus bas mieux apparente, se dévoile, dans de petites rigoles creusées par les eaux pluviales, une marne blanche légèrement siliceuse [1], renfermant une faune toute nouvelle pour l'endroit et qui, prise ici aussi bien que sur d'autres points des environs de Klausenburg, se reconnaît de suite comme celle de Lesbarritz, de Sangonini et du Bormidien de Pareto, c'est-à-dire comme appartenant encore à l' « Oligocène inférieur ». M. Koch cite en effet de cette localité et j'y ai recueilli moi-même, en outre des *Nummulites intermedius* (rare) et *Fichteli* (plus commun), une quantité de *Potamides plicatus* et *margaritatus* ainsi que d'*Ampullina crassatina*, plusieurs *Ampullina spirata*, var. *subspirata*, le *Triton subspinosus* ou *Grateloupi*, le *Cerithium globulosum*, variété de Lesbarritz (commun), le *Turritella asperulata* (non rare), etc., ce qui suffit pour fixer son niveau exact.

Ici se termine, à la montagne de Klausenburg et dans les environs immédiats de la ville, la série de dépôts bartoniens et liguriens ; mais il existe dans le Nord de la Transylvanie un ancien bassin restreint dans lequel s'est déposée, entre les couches marines dites de Hoja et celles de Méra, à faune marine de l'âge des couches de Castel-Gomberto, une formation saumâtre et lacustre, les couches dites de Révkœrtvélyes, ce qui prouve qu'en Transylvanie l'étage « Oligocène inférieur » s'est à son tour terminé par des dépôts lagunaires.

J'arrive enfin à la stratigraphie de la falaise de Biarritz. Comme on sait, le Tertiaire nummulitique de Biarritz débute non loin de Bidart par les couches à grandes Nummulites (*N. perforatus*, *N. complanatus*), à *Rotularia spirulæa* (espèces qui ne se sont jamais rencontrées dans le Nummulitique inférieur), à *Ostrea Escheri*

1. En outre parmi les plaques de grès, à lignes blanches, alternant avec les strates gris-foncé, j'ai rencontré un petit bloc de grès blanchâtre, calcaire, à gros éléments et qui me semble contenir de nombreux *Nummulites Fichteli* silicifiés et roulés. Or, je me demande si ce bloc ne proviendrait pas d'une couche formant ici le passage du Flysch ligurien inférieur à la marne ligurienne supérieure.

(= *vesicularis*) et *eversa* (= *lateralis*) et à nombreux Echinides, qui correspondent dans leur ensemble à la base de l'Eocène moyen, c'est-à-dire à la moitié inférieure du Calcaire Grossier de Paris. A ces assises, qui finissent avec le gros rocher en mer dit de la Gourèpe ou jadis du Goulet, devraient succéder d'autres couches, correspondant au Calcaire Grossier supérieur; mais de telles assises manquent à Biarritz, et c'est à tort que j'avais pris pour elles les marnes rouges ou versicolores qui affleurent dans la dépression du ruisseau de Chabiague ; si elles existaient, elles devraient, vu leur voisinage, rappeler le calcaire à *Cerithium pentagonum* et *Perna Garnieri* de Siest et d'Orist, au sud de Dax. Je fais donc commencer l'étage suivant, le Priabonien ou Bartonien du Sud, avec les récifs bas, un peu au nord de la Gourèpe, constitués par un calcaire sableux, riche en petites Nummulites, mais sans les grandes ou grosses espèces des premiers gisements ; ce calcaire correspond pour moi aux couches cendreuses de la côte, que cite M. Douvillé au sud de la villa Bruce et qu'il place aussi dans l'Eocène supérieur.

Toute la masse des couches suivantes — qui plongent d'abord, en concordance avec les derniers calcaires, vers le nord, sous un angle d'environ trente degrés — étant formée de la même roche, une marne bleue un peu sableuse, à petits lits de calcaire gréseux disséminés, ne se prête en aucune manière à la distinction de niveaux stratigraphiques, d'autant moins que les Orbitoïdes de diverses espèces et le *Rotularia spirulæa* qui la caractérisent par leur abondance se rencontrent par places d'un bout à l'autre de la falaise. Cette longue série de marnes bleues constitue donc bien ici, par sa superposition immédiate au calcaire à petites Nummulites, la partie moyenne de l'étage dont je revendique le nom. Or, à Biarritz comme en Suisse, comme près de Nice et comme près de Budapest, cet étage bartonien se termine par un gros banc de calcaire, dans lequel abondent les *Orbitoides Fortisi* et *sella*. Ce banc, déjà remarqué, du reste, par M. Pellat [1], s'étend depuis l'angle des bains du port des Basques jusqu'au coude que fait la route à l'endroit nommé Très Pots et occupe presque le sommet de la falaise. Il était encore saillant lorsque, en 1880, il a attiré mon attention, et s'il est maintenant voilé en partie par les plantes de jardins, l'on peut néanmoins le reconnaître de la route à ses particularités pétrographiques. Or, c'est à la présence remarquable de ce banc calcaire que je dois la découverte du Flysch en place à Biarritz.

1. *B. S. G. F.*, (2), XX, p. 678.

Connaissant en effet, depuis plusieurs années, la place de cette formation de mer ample au-dessus des bancs calcaires à Orbitoïdes du Bartonien de la chaîne du Hohgant et des environs de Nice et au-dessous des couches à *Nummulites intermedius* et *Fichteli* rédivives (le Bormidien) de l'Apennin ligurique, je m'étonnai, à mon second séjour à Biarritz, de voir à Très Pots ce banc d'Orbitoïdes directement (mais non pas d'une manière franche) recouvert par la molasse sableuse, à traînées de *Nummulites intermedius* et *Fichteli* et à nids de *Scutella subtrigona*, qui suit de ce point jusqu'à la Talay ou jusqu'au port des Pécheurs. Pour mieux m'assurer de cette lacune, je descendis à la mer, dans le coin où se trouve aujourd'hui une villa, pour examiner à son tour le rocher en pyramide oblique nommé Lou Cachaou, qui n'est qu'à quelques pas de la falaise ; or, arrivé à son pied, j'eus le grand contentement de voir que ce rocher était en partie constitué par un calcaire siliceux gris-bleuâtre, très dur et compact, qui ne pouvait être que du Flysch et de remarquer bientôt qu'en effet, la surface des couches de ce calcaire était en partie couverte de *Chondrites Targionii* [1]. Et la preuve décisive qu'ici aussi le Flysch est à sa place normale, c'est qu'il est enserré d'un côté par le banc à *Orbitoides Fortisi* et *sella*, et de l'autre par des bancs de la mollasse sableuse à *Scutella subtetragona* [2].

C'est donc bien le Flysch « oligocène inférieur » (mon Ligurien I) qui succède immédiatement à l'étage bartonien, ne laissant ainsi point de place pour un étage intermédiaire, « Oligocène inférieur » lui aussi !

En définitive, s'il est évident, à Biarritz, que la molasse sableuse jaunâtre de Très Pots et de la Talay, si riche en *Nummulites intermedius* et *Fichteli*, correspond à la molasse serpentineuse de l'Apennin ligurique (le Bormidien de Pareto ou Sannoisien de de M. Munier-Chalmas), puisqu'elle occupe la même position au-dessus du Flysch, constituant ainsi, avec les couches à *Nummulites intermedius* et *Fichteli* de Lesbarritz, du Tuc de Saumon, de Branchaï (rive droite), de Sangonini et supérieures de Hoja, le sous-étage supérieur de l' « Oligocène inférieur », il me paraît fort douteux que les assises qui succèdent, à partir du port des Pécheurs, appartiennent encore à ce sous-étage, et voici pourquoi : c'est d'abord que, s'il en était ainsi, le sous-étage atteindrait à Biarritz

1. Et non de *Ch. intricatus*, comme je l'ai écrit par mégarde, en 1893.

2. J'ai parlé de suite de cette découverte à divers géologues et j'ai même écrit à mon collègue, M. Fallot, pour l'inviter à engager un géologue du voisinage à aller constater le fait.

quelque chose comme un millier de mètres, c'est-à-dire plus du double de ce qu'il a en Ligurie, où pourtant il est encombré de masses de poudingues torrentiels. C'est, ensuite, parce que la première série de couches, celle qui va du port des Pécheurs jusque sous le Phare, puissante d'au moins six cents mètres, tranche par sa nature marno-calcaire et sa couleur bleue sur la molasse sableuse jaunâtre et indique une nouvelle profondeur de la mer. C'est encore que les dernières assises, depuis le bas du Phare jusqu'au sommet de la falaise, revêtent de nouveau le faciès côtier, par leurs bancs marno-gréseux et leurs Mollusques plus nombreux qu'auparavant. Or, une pareille alternance de faciès de dépôts puissants d'un même étage, telle que la présenterait à Biarritz l' « Oligocène inférieur », ne m'est connue d'aucun étage et choque l'esprit dans l'une comme dans l'autre des deux hypothèses qui tâchent d'expliquer la constitution double de cet ordre de sédiments. Je pense donc que, jusqu'à preuve du contraire — et je crois que cette preuve ne pourra jamais être donnée ! — il faut placer les couches à *Euspatangus ornatus* abondants et celles à *Cytherea Verneuili* dans l' « Oligocène moyen », dont elles ont une partie de la faune méridionale [1], en admettant que leur pauvreté en espèces de Gastéropodes et tout particulièrement l'absence des espèces dominantes du golfe « oligocène moyen » girondin-landais n'est due qu'à leur dépôt dans un bassin tout différent et d'une étendue beaucoup plus vaste.

J'oubliais que déjà notre confrère Kœchlin-Schlumberger [2] avait reconnu du Flysch dans la falaise de Bidart, à environ deux kilomètres du point où il est à sa place et dans une position stratigraphique isolée et indécise. D'après ce qu'il en dit, la roche principale de cet affleurement est bien identique à celle du Cachaou et le *Chondrites æqualis* qu'il en cite ne saurait être que le *Ch. Targionii*. Il résulte donc de nos deux découvertes que le Flysch a dans l'origine recouvert tout l' « Eocène supérieur » de Biarritz et c'est là une des preuves des grandes érosions qui ont successivement eu lieu dans cette partie du département des Basses-Pyrénées, comme dans le département limitrophe des Landes.

1. Notons que les espèces du falun « oligocène moyen » de Gaas (les marnes bleues du Tartas, etc.), telles les *Ampullina crassatina* et *gibberosa*, les *Turbo Fittoni* et *Parkinsoni*, le *Trochus labarum*, le *Cerithium Charpentieri*, etc., apparaissent déjà dans l' « Oligocène inférieur » de Sangonini et de Hoja.

2. Voir *B. S. G. F.*, (2), XX, 1855, p. 1249 et suivantes.

Séance du 17 Novembre 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Le Président annonce la mort, à l'âge de 63 ans, de M. **Macpherson**, membre de la Société depuis 1869, survenue le 11 octobre dernier à San Ildefonso (Espagne) ; et, celle de M. J. **Pethö**, Géologue en chef de l'Institut Royal géologique de Hongrie, décédé à Budapest, le 14 octobre, à l'âge de 55 ans. M. Pethö appartenait à la Société depuis 1901 seulement.

Il souhaite la bienvenue à M. Giraud, Secrétaire pour l'Etranger, qui a fait partie de la première mission scientifique envoyée à la Martinique par le Ministère des Colonies. Il est heureux de constater que notre confrère est entièrement remis des fièvres contractées aux Antilles.

Sont proclamés membres de la Société :

MM. **Dienert**, Chef du Service local des Sources de la Ville de Paris pour les régions de l'Avre, du Loing et du Lunain, présenté par MM. Léon Janet et G.-F. Dollfus.

Victor Portet, Ingénieur civil, à Paris, présenté par MM. G.-F. Dollfus et Léon Janet.

Charles Bernard, Ingénieur civil, à Paris, présenté par MM. G.-F. Dollfus et Léon Janet.

le **lieutenant-colonel Skinner**, à Wimbledon (Angleterre), présenté par MM. Haug et Mémin.

G. **Pissarro**, Licencié ès-sciences, à Paris, présenté par MM. Cossmann et G.-F. Dollfus.

Edouard Regnault, Licencié ès-sciences, à Versailles, présenté par MM. Munier-Chalmas et Haug.

Dutertre, Docteur en médecine, à Boulogne-sur-Mer, présenté par MM. Sauvage et Ch. Barrois.

Le Président annonce trois présentations.

M. **Giraud** dépose sur le bureau, au nom de M. **Lacroix** et au sien, un tirage à part du rapport préliminaire *Sur l'éruption de la Martinique*, adressé à l'Académie des Sciences par la mission scientifique à laquelle il a l'honneur d'être attaché.

Sur l'invitation du Président, il fait une analyse rapide de ce rapport et résume l'ensemble des observations de la mission française au cours de son premier séjour dans les Antilles. Il signale en outre la découverte de fossiles marins, parmi lesquels *Turritella tornata* du Miocène de Panama, dans des tufs labradoritiques aux environs de la Trinité. La position stratigraphique de ces tufs et de quelques bancs calcaires fossilifères, situés aussi sur la côte orientale de la Martinique, n'a pu être déterminée au cours de ce premier voyage consacré surtout à l'étude du volcan.

M. **Léon Janet** fait remarquer que l'intéressante communication de M. Giraud ne donne pas l'origine des effets dynamiques extraordinaires observés dans la destruction de Saint-Pierre.

Suivant M. Giraud la catastrophe aurait été causée par un nuage de vapeur d'eau sorti du cratère principal.

On ne comprend pas très bien, même avec la forme particulière du cratère, dont les bords sont moins élevés dans la direction de Saint-Pierre que dans la direction opposée, comment a pu se produire cet effet de tir plongeant, dirigé sur Saint-Pierre. Même en admettant que la vapeur d'eau sortant du cratère eût une pression de plusieurs milliers d'atmosphères, on se demande comment son expansion brusque a pu produire une dévastation aussi complète à une distance de 5 kilomètres.

Le phénomène ne serait-il pas plus explicable en admettant la production d'une fissure latérale, qui aurait dirigé le jet de vapeur dans la direction de Saint-Pierre.

Il est vrai que la mission n'a observé aucune fissure latérale, mais il s'est écoulé un temps assez long entre le 8 mai et le moment où elle a visité le cratère et la fissure a parfaitement pu s'obstruer.

M. Giraud indique la zone de dévastation dans la catastrophe du 8 mai, comme s'étendant dans toutes les directions à partir du cratère, mais le fait est-il bien certain ? Les premières constatations scientifiques indiquaient que cette zone couvrait un angle aigu, dont la Montagne-Pelée était le sommet.

En résumé, dans cette catastrophe, qui est absolument sans précédent dans les annales des volcans, il reste encore bien des points obscurs et il est douteux que l'on puisse arriver à en donner une explication absolument satisfaisante.

M. **Giraud** reconnaît qu'il reste en effet un doute sur la provenance du jet de vapeurs qui a détruit Saint-Pierre. Cependant l'observation directe, aussi bien que l'ensemble des témoignages

de personnes ayant assisté à la catastrophe, soit de la rade de Saint-Pierre, soit des hauteurs dominant cette ville, soit du Morne-Rouge, tendent à montrer que ce jet est sorti du cratère même. La direction des arbres et des édifices renversés est en faveur de cette hypothèse. La Montagne-Pelée, autrefois couverte d'une épaisse végétation, a été complètement dénudée sur un rayon de près d'un kilomètre tout autour du cratère et cela, d'après les habitants de la côte orientale de l'île, depuis le 8 mai ; les dangereuses inondations des rivières prenant leur source sur les flancs de la Montagne-Pelée, qui ont commencé à exercer leurs ravages, même sur le flanc oriental, avec la disparition de la végétation dans la partie supérieure de leur cours, se reproduisent après les fortes pluies depuis le 8 mai. Mais la zone de dévastation est particulièrement développée vers le sud-ouest entre Ste-Philomène, le cratère et le Carbet.

Il existe bien des fissures nombreuses, laissant échapper d'abondantes fumerolles, dans les vallées de la rivière Blanche et de la rivière Sèche, mais aucun produit de projection solide, émanant de ces fentes, n'a pu être observé à leur voisinage. Il est vrai que dans l'intervalle qui s'est écoulé entre le 8 mai et le 22 juin, date de notre première excursion dans cette région, les coulées boueuses et aussi le ruissellement très actif auraient pu les faire disparaître. Mais les difficultés que signale M. Léon Janet d'admettre que le jet de vapeurs ait eu une force suffisante pour atteindre Saint-Pierre par un tir plongeant, subsisteraient dans l'hypothèse d'une fissure latérale, allant du cratère à la mer. Nos observations permettent d'affirmer que cette fissure ne pourrait exister que dans la vallée de la rivière Blanche, partout ailleurs le sous-sol a été mis à nu et ne se montre nulle part intéressé par des fractures continues. Or, l'embouchure de la rivière Blanche, partie de la vallée la plus rapprochée de Saint-Pierre, en est encore à 3 kil. et le fond de cette vallée, actuellement fissuré et crevassé, est séparé de la ville par des contreforts assez élevés qui auraient obligé le jet de vapeurs à s'élever d'abord avant de s'abattre sur la ville, fait en contradiction avec les témoignages oculaires.

Aussi est-il très probable, sans toutefois pouvoir l'affirmer avec certitude, que le jet est parti du cratère. L'examen des ruines de Saint-Pierre montre, en outre, que les projections solides ne sont pas intervenues dans la destruction de la ville ; c'est la vapeur d'eau à haute tension, jointe sans doute à de faibles quantités de gaz éruptifs, qui a déterminé à la fois le renversement de tous les édifices et la mort presque foudroyante des habitants.

Séance du 1er Décembre 1902

PRÉSIDENCE DE M. M. BOULE, VICE-PRÉSIDENT

M. M. Boule, Vice-Président, donne lecture d'une dépêche de M. Haug, Président, qui s'excuse de ne pouvoir assister à la séance. M. Haug représente notre Société à la séance solennelle organisée en l'honneur de M. Gosselet, doyen de la Faculté des Sciences de Lille et ancien président de la Société géologique de France.

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Sont proclamés membres :

MM. **Philippe Houel,** Ingénieur, à Condé-sur-Noireau, présenté par MM. G.-F. Dollfus et Bigot.

André Delesse, Ingénieur-Agronome, à Paris, présenté par MM. Marcel Bertrand et Cayeux.

Doumergue, Professeur au lycée d'Oran, présenté par MM. Ficheur et Gentil.

Le Président annonce deux présentations.

M. **Boistel** offre à la Société, au nom de leurs auteurs, les brochures suivantes : Abbé Tournier et J. Baux, *Grotte de La Cabatane, près Treffort (Ain)* ; abbé Beround, *Excursion géologique dans la vallée du Suran* (Extr. B. S. Sc. N. de l'Ain). Il fait ressortir la valeur scientifique de ces travaux et l'intérêt qu'ils présentent au point de vue de la géologie générale.

Il dépose sur le bureau la série complète des notes qu'il a publiées dans le Bulletin sur la géologie de l'Ain.

M. **Douvillé** signale la découverte du Dévonien supérieur dans le Sud Oranais qui vient d'être faite par M. Gautier, l'explorateur bien connu de Madagascar. Ces couches sont caractérisées par des Clyménies et des Goniatites du groupe de *G. retrorsus* ; elles paraissent recouvrir les couches à *Calceola sandalina* déjà signalées par M. Flamand.

M. Douvillé présente de la part de M. **Gauthier** un *Supplément à l'étude des Echinides de la Perse* recueillis par M. de Morgan. M. Gauthier adresse à ce sujet la note suivante :

L'ouvrage que j'offre à la Société géologique est un supplément au volume publié en 1895 par le regretté Cotteau avec ma collaboration. J'ai trouvé dans les nouvelles récoltes de M. J. de Morgan de nombreux exemplaires conformes aux espèces publiées dans notre premier travail ; à ces Echinides déjà connus s'ajoutent d'autres types, la plupart nouveaux.

Il n'est guère utile d'insister sur les espèces du premier travail : à côté de genres connus nous y avons signalé d'autres genres dont l'un des plus remarquables est le genre *Iraniaster*, puis *Pygurostoma*, *Coptodiscus*, *Actinophyma* ; d'autres jusqu'ici, assez rares, *Ornithaster*, *Pseudananchys*, *Opissaster* ; ce dernier, inconnu auparavant dans la Craie supérieure et regardé comme spécial aux terrains tertiaires.

Le supplément n'établit pas de genres nouveaux, mais il fait connaître un grand nombre d'espèces particulières à la Perse, dont quelques-unes, par leurs rapports avec d'autres connues antérieurement, jettent un peu de lumière sur des questions obscures, rétablissent des affinités mal comprises ou montrent que des types habitant aujourd'hui les grandes profondeurs de la mer ont fait jadis partie de la faune littorale.

Les couches crétacées inférieures au Sénonien fournissent un *Holaster*, *H. subconicus*, plusieurs espèces du genre *Hyperaster* Pomel, *H. convexus*, *H. Valamtarensis*, *H. Douvillei*, cette dernière de grande taille. Le développement de ce genre et le nombre déjà remarquable de ses espèces établissent un rapprochement avec la faune de l'Algérie où ce même genre est tout aussi bien représenté par des types spécifiques voisins de ceux que M. de Morgan a recueillis en Perse, mais qui ne sont jamais complètement semblables. L'étage albien a fourni un *Discoides* de grande taille, *D. Morgani*.

Les Echinides provenant du terrain sénonien sont les plus abondants ; j'ai trouvé parmi eux une troisième espèce du genre *Iraniaster*, *I. nodulosus*, et, par suite de la présence dans les mêmes parages du genre *Stenonia* qui, bien que très différent de forme, offre beaucoup de caractères analogues, j'ai pu rapprocher ces deux genres et constater ainsi une réelle affinité des *Iraniaster* qui, en 1895, m'avaient paru complètement isolés. Le genre *Epiaster*, rare au-dessus du Cénomanien, est représenté par une espèce riche en exemplaires, *E. Lamberti* ; le genre *Hemiaster* qui nous avait donné cinq espèces dans notre premier ouvrage est encore représenté dans le supplément par un nombre égal d'espèces différentes, *H. devolutus*, *H. Morgani*, *H. Kanepanensis*, *H. recurvus*, *H. parthicus*.

Nous avions signalé dans la première partie deux représentants du genre *Opissaster*, *O. centrosus*, *O. Morgani*; ce dernier était représenté par des exemplaires de petite taille ; le nouvel envoi de M. de Morgan m'a procuré un grand nombre d'individus de la même espèce plus grands et mieux caractérisés et un type nouveau, *O. Douvillei*, qui, par les dimensions insolites de son sillon antérieur, rappelle le genre *Aceste* Al. Agassiz de la faune abyssale actuelle. Je ferai remarquer en outre que ce grand développement du genre *Opissaster* à l'époque crétacée prouve nettement que ce genre a précédé les *Schizaster* et qu'il n'en est pas, comme on l'a cru, une descendance légèrement modifiée.

J'ai dû refondre entièrement la diagnose du genre *Actinophyma* Cotteau et Gauthier. Etabli sur un exemplaire défectueux, ce genre n'avait pas une base bien solide ; grâce aux nouveaux documents, il prend incontestablement place parmi les Cyphosomiens, se distinguant de tous par la présence d'impressions suturales et de fossettes dans les aires ambulacraires et interambulacraires. Enfin, les genres *Cidaris*, *Rhabdocidaris*, *Orthechinus* sont représentés chacun par une espèce inédite.

La partie la plus nouvelle de ce supplément est la description des Echinides appartenant à l'époque tertiaire, car nous n'avions connu que des terrains crétacés en 1895. M. de Morgan a fait d'heureuses découvertes dans l'Eocène (moyen et supérieur). Les genres *Euspatangus*, *Brissopsis*, *Echinolampas*, *Ditremaster*, *Pericosmus*, *Schizaster* caractéristiques de cette époque dans toute l'Europe occidentale se retrouvent en Perse ; bien plus, quatre espèces, *Schizaster vicinalis* Agassiz, *Sch. rimosus* Desor, *Ditremaster nux* Munier-Chalmas, *Pericosmus Nicaisei* Pomel font partie des espèces tertiaires rapportées de cette région et établissent ainsi une communauté de faune extrêmement intéressante entre les Oursins de ces confins éloignés de l'ancienne mer Méditerranée et ceux qu'on a trouvés dans les Pyrénées, les Alpes et l'Algérie.

Dans un autre ordre d'idées, j'ai été surpris de reconnaître, au milieu de cette riche faune d'Echinides tertiaires, un exemplaire appartenant au genre *Cionobrissus* Al. Ag. Ce genre n'était représenté jusqu'à présent que par une espèce vivante, faisant partie de la faune abyssale et pêchée à une profondeur d'environ 1500 mètres dans l'Océan Pacifique indien. La rencontre du *Cionobrissus Morgani* en compagnie des espèces précédentes prouve que ce genre avait des ancêtres dans la faune littorale de la Perse à l'époque de l'Eocène supérieur.

Le volume se termine par la description de grands individus, *Echinolampas Grossouvrei*, *E. prædensa*, *Conoclypeus Morgani*.

En résumé, le supplément fait connaître sept espèces des terrains crétacés inférieurs au Sénonien, réparties entre cinq genres ; quatorze espèces du Sénonien réparties entre dix genres et treize espèces de l'Eocène réparties entre neuf genres. L'ensemble des deux volumes comprend 40 genres dont 6 nouveaux, et 81 espèces dont 77 nouvelles et 4 faisant partie également de la faune fossile de la Méditerranée occidentale, *Ditremaster nux*, *Schizaster vicinalis*, *Schizaster rimosus*, *Pericosmus Nicaisei*.

SUR LE CRÉTACIQUE DE CONDUCIA EN MOÇAMBIQUE

par M. **Paul CHOFFAT**.

Le Crétacique de Conducia a été découvert en 1843 par l'explorateur allemand Peters, qui en rapporta une Ammonite et quelques échantillons de roche, déposés au Musée de Berlin.

L'Ammonite échappa aux investigations de Sadebeck [1] qui rend compte des récoltes de Peters dans son mémoire sur la géologie de l'Afrique orientale, et suppose que les calcaires de Conducia sont d'âge tertiaire. Il en cite des *Pterocera*, des *Nerita*, des radioles d'Oursins et des Serpules.

Ce n'est qu'en 1885 que cette Ammonite vint à la connaissance du public, par la description et les figures qu'en donna M. Neumayr [2].

En 1900, M. J.-J. Marques da Costa, alors gouverneur du district de Moçambique, fit un premier envoi de fossiles de cette localité au Service géologique du Portugal [3].

Depuis lors, deux nouveaux envois sont venus compléter le premier. Leur description formera un mémoire accompagné de neuf planches, actuellement sous presse, publié par le Service géologique du Portugal.

1. Alexander SADEBECK. Geologie von Ost-Afrika. *Separat-Abdruck aus von der Decken's Reisen*. Leipzig, 1873, p. 36.

2. M. NEUMAYR. Die geographische Verbreitung der Juraformation. *Mém. Ac. Sc. Vienne*, t. L, p. 139, fig. 2 de la planche.

3. CHOFFAT. Sur le Crétacique supérieur à Moçambique. *C. R. Ac. Sc. de Paris*, 24 décembre 1900.

Les envois de M. Marques da Costa se composaient de dix Ammonites de très grande taille et d'une vingtaine d'échantillons ne dépassant pas la grosseur des deux poings.

Quelques Ammonites n'étaient que faiblement découvertes dans des blocs de pierre atteignant un demi-mètre cube ; c'est grâce à cette circonstance qu'il a été possible de les dégager avec leurs tubercules et leurs cornes et d'avoir une idée de l'ensemble de la faune par les fossiles de petite taille trouvés pendant le nettoyage.

La roche passe d'un calcaire arénifère à un grès calcarifère ; elle est gris verdâtre, passant au gris jaunâtre et au brun, et contient du mica, du quartz, du feldspath et de petites concrétions de calcédoine. Le test des fossiles est en général formé par un calcaire spathique, brun clair, jaunâtre ou parfois blanchâtre, ayant par places des reflets nacrés, c'est-à-dire que ce gisement présente de grandes analogies pétrographiques avec l'Ootatoor de l'Inde.

La faune obtenue représente trente-cinq espèces, dont quinze Céphalopodes ; le reste consiste en dents de Squales et en Gastropodes et Lamellibranches de petite taille auxquels il faut ajouter de rares débris de Pentacrines, d'Oursins et de Végétaux.

L'espèce la plus abondante est *Puzosia latidorsata* Michelin, en individus qu'il serait facile de confondre avec ceux de l'Inde, puis des *Baculites*, dont un fragment a 48 centimètres de longueur.

Le cachet principal de la faune est par contre donné par d'énormes Ammonites, dont le diamètre dépassait un mètre. Les flancs et la région siphonale étaient couverts de côtes vigoureuses et les bords de cette dernière étaient garnis de cornes de plus de 20 centimètres de longueur. Les tours intérieurs et la ligne suturale étant incomplètement visibles, il n'y a pas de données permettant de se prononcer sur leur attribution aux genres *Pachydiscus* ou *Puzosia*. On peut pourtant éliminer l'idée que ce sont les adultes de *Puzosia latidorsata*, car les tours intérieurs sont couverts de côtes à un diamètre inférieur à celui des grands individus de cette dernière espèce, et ces derniers sont lisses.

Dans leur taille moyenne, ils sont analogues aux *Pachydiscus Tweenianus* (Stoliczka), *Otacodensis* (Stoliczka) et *Grossouvrei* Kossmat, du groupe de l'Ariyaloor de l'Inde et aussi à *Puzosia Denisoniana* (Stoliczka) du groupe de l'Ootatoor.

Je mentionnerai encore une variété de *Desmoceras Beudanti* Brong. représentée par un échantillon dont la reconstitution accuse un diamètre minimum de 0 m. 90, et une variété de *Acanthoceras laticlavium* (Sharpe), de 0 m. 45 de diamètre.

Cette faune ne présente pas d'analogies avec les faunules créta-

ciques connues de l'Afrique, mais par contre avec celle du groupe de l'Ootatoor de l'Inde méridionale, et avec le Crétacique d'Hokkaido au Japon.

La faune de ce dernier pays présente un mélange de formes commençant au Cénomanien et atteignant le Crétacique le plus supérieur, tandis que les subdivisions du Crétacique de l'Inde sont bien connues. M. Kossmat admet les étages suivants dans le groupe d'Ootatoor :

Ootatoor Group	supérieur	= Turonien inférieur.
	moyen	= Cénomanien moyen et supérieur.
	inférieur	= Cénomanien inférieur (Vraconnien).

La faune de Conducia, comparée avec celle de l'Europe et de l'Inde, montre les affinités stratigraphiques suivantes :

Du Néocomien au Cénomanien :
Phylloceras cfr. *semistriatum* d'Orb.

Albien et Vraconnien :
Belemnites minimus Lister, *Mortoniceras* cfr. *Candollei* Pict. et Camp., *Desmoceras Beudanti* var. Brgnt.

Vraconnien (Ootatoor inférieur) :
Lytoceras Sacya Forbes.

Albien, Vraconnien et Cénomanien (Ootatoor infér. et moyen) :
Puzosia latidorsata Mich., *Turrilites Bergeri* Brgnt.

Cénomanien (Ootatoor moyen) :
Acanthoceras laticlavium var. (Sharpe) et 2 espèces nouvelles.

Turonien ou Sénonien (Ootatoor supérieur ou Ariyaloor) :
Pachydiscus (?) nov. sp.

Le caractère principal est donné par le Vraconnien, mais la tendance au Cénomanien proprement dit est bien accentuée. Il y a même tendance à des étages plus élevés, surtout si l'on fait entrer les Poissons en ligne de compte. Ils ont été déterminés par notre savant confrère M. Priem, qui a reconnu deux espèces passant du Cénomanien au Sénonien (*Oxyrhina Mantelli* Ag. et *Scapanorhynchus(?) subulatus* Ag.) et une espèce franchement sénonienne (*Pseudocorax affinis* Ag.).

Or il est important de constater que toutes les espèces de Conducia appartiennent à une même zone, puisqu'elles sont extraites des mêmes blocs.

Il n'est donc pas possible de ranger cette faune dans le Crétacique inférieur ; c'est un terme intermédiaire entre ce dernier et le

Crétacique supérieur, ayant un caractère plus récent que le Vraconnien des îles Elobi et d'Angola, et ayant aussi un faciès notablement différent.

La connaissance du Crétacique des régions tropicales et australes du continent africain avance petit à petit ; elle sera puissamment aidée par la connaissance du Crétacique de Madagascar, qui paraît présenter une série plus complète. Pour le moment on a reconnu les termes suivants :

JURASSIQUE SUPÉRIEUR OU CRÉTACIQUE INFÉRIEUR :

Couches d'Uitenhage de la Colonie du Cap ; couches analogues des possessions allemandes de l'est.

APTIEN :

Couches de Delagoa Bay, étudiées par M. Kilian (*C. R. Ac. Sc.*, 7 juillet 1902), avec *Acanth. Martini* ; couches à *Acanthoceras mamillare*, Gastropodes, Lamellibranches et Echinides d'Angola.

VRACONNIEN :

Couches à *Schlœnbachia* d'Angola et des îles Elobi.

VRACONNIEN-CÉNOMANIEN :

Couches à *Puzosia* et *Acanthoceras* de Conducia.

CÉNOMANIEN proprement dit et TURONIEN :

Couches à *Alectryonia ungulata* et *Exogyra columba* de Sofala et du Busi ; couches à *Exogyra columba*, Radiolites et Nérinées des possessions allemandes de l'Est ; couches à Nérinées, à Actéonelles et *Ostrea Olisiponensis* d'Angola ; couches à Céphalopodes de Cameroun ; couches à *Inoceramus* du Gabon.

SÉNONIEN :

Crétacique du Natal ; couches à *Cardita* d'Angola (?).

M. **Douvillé** fait observer qu'il a signalé en Perse (Congr. géol. de 1900) une faune analogue dans le Poucht è kouh, d'après les récoltes de M. de Morgan. Les faunes vraconnienne (*Puzosia Denisoni*, *Desmoceras Stoliczkai*) et cénomanienne (*Ac. laticlavium*) se trouvent dans un même massif de calcaires compacts, mais les gangues de ces deux niveaux paraissent différer un peu par leurs caractères microscopiques.

RAPPORT DE LA COMMISSION DE COMPTABILITÉ

La Commission a vérifié les comptes présentés par le Trésorier pour l'année 1901 ; ils sont reproduits avec quelques légères modifications dans le tableau A, rapprochés des chiffres correspondants pour 1900 et des prévisions pour 1902 ; un second tableau B résume l'ensemble des opérations effectuées par la Société pendant l'année 1901.

Recettes

Les revenus n'ont pas varié et s'élèvent à 4.831 fr. 15, représentés par 1.670 fr. 40 en obligations de chemin de fer (116), 700 fr. de rente 3 1/2 et 2.460 fr. 75 de rente 3 %. Par suite de diverses rectifications et d'une erreur de la Société générale, cette somme s'est trouvée ramenée cette année à 4.637 fr. 90 [1].

Les cotisations diverses sont en baisse de 420 francs, et cependant le nombre des membres ayant payé leur cotisation est en augmentation de 10 sur 1900 ; ce résultat, singulier en apparence, résulte du jeu des cotisations anticipées. Les droits d'entrée sont, par contre, en forte augmentation (340 fr.). La vente des publications a très légèrement fléchi, de telle sorte qu'en définitive l'ensemble des recettes a diminué d'un peu plus de 1.000 francs.

Fonds spéciaux

Les fonds spéciaux qui s'étaient déjà accrus de 285 francs de rente en 1900 par suite du legs Prestwich, présentent cette année un nouvel accroissement ; le legs que Mme Fontannes a voulu faire à la Société en mémoire de notre si regretté confrère, a permis d'acheter 1.045 francs de rente. C'est la fondation la plus importante qui ait été mise jusqu'à présent à la disposition de la Société.

1. On a retranché :

1° Le revenu du legs Prestwich en 1900, porté indument aux recettes ordinaires	213,75
2° Une somme de 3 fr. 50 provenant du legs Barotte et portée aux revenus ordinaires pendant les années 1897 à 1900	14 »
3° Une erreur de compte de la Société générale non encore rectifiée	7,50
Total à retrancher	235,25

On a ajouté 42 francs provenant de l'intérêt du compte de chèques, bien que cette somme soit plus que compensée par les frais de garde et des dépenses diverses du même compte.

Dépenses

Pour la première fois notre changement de local a produit tout son effet en 1901. Le loyer nouveau, y compris les contributions et assurances, le chauffage et l'éclairage, s'est élevé à 5.295 fr. 43, tandis qu'il était de 5.023 fr. 65 en 1899 et de 5.200 fr. 10 en 1898. L'augmentation, comme on le voit, est assez peu importante.

Les autres frais généraux sont à peu près sans modifications.

Les dépenses d'impression du Bulletin continuent à être supérieures à nos ressources réelles ; elles se sont élevées à 10.401 fr. 15. Il est vrai qu'elles comprennent la réunion extraordinaire de 1899 qui aurait du être imputée normalement sur l'exercice précédent ; mais, par contre, l'année 1901 bénéficie de ce que en 1900, année de l'exposition, il n'y pas eu à proprement parler de réunion extraordinaire.

Au point de vue budgétaire, cette dépense exagérée a été en partie compensée par les retards apportés à la publication des Mémoires de paléontologie et à l'impression de la table de la 3e série du Bulletin.

Le compte-rendu sommaire a peu varié et reste toujours dans les environs de 800 francs.

Le chapitre des Mémoires de paléontologie est encore à peu près vide cette année ; mais nous pouvons annoncer qu'il est déjà entré dans sa période d'activité normale et dès maintenant l'abondance des mémoires présentés nous donne l'assurance que cette publication paraîtra enfin d'une manière régulière.

Les dépenses extraordinaires vont disparaître d'une manière à peu près complète de notre budget ; le catalogue de la bibliothèque est terminé, ainsi que la grosse opération du déménagement de la Société. Cette dernière dépense atteint à peu près le chiffre de 6.500 francs indiqué l'année dernière, elle s'est élevée à 6.487 fr. 90. Il a été fait face à ces dépenses extraordinaires de la manière suivante :

2 obligations remboursées	977,80
7 cotisations à vie	2.800 »
Capital non placé	1.000 »
Divers	49,95
TOTAL	4.827,75

Le reste a été fourni par les ressources du budget ordinaire et principalement par l'encaisse existant au 1er janvier 1900. On voit,

A

Comptes de 1901 et pr

RECETTES	1900	PRÉVUES pour 1901	1901	PRÉ pour
1° Ordinaires				
Revenus nets	5.089,90	5.090 »	4.637,90	4.9
Cotisations arriérées	390 »	450 »	270 »	3
» courantes	10.380 »	10.350 »	10.260 »	10.2
» anticipées	1 140 »	1.050 »	960 »	9
Droits d'entrée	260 »	300 »	600 »	4
Divers et dons	410 »	100 »	10,50	1
	17.669,90	17.340 »	16.738,40	17.0
2° Vente des Publications				
Bulletin et tables	3.279,85	3.000 »	3.012,20	3.0
Mémoires de Géologie	169,40	200 »	299,40	3
» de Paléontologie	»	200 »	»	2.0
Ouvrages de Fontannes	83,45	100 »	96,50	1
Souscription du Ministère	1.000 »	1.000 »	1.000 »	6
	4.532,70	4.500 »	4.408,10	6.0
TOTAL DES RECETTES	22.202,60	21.840 »	21.146,50	23.1
Frais généraux à retrancher	6.730,70	8.750 »	9.276,48	9.1
Dotation des publications	15.471,90	13.090 »	11.870,02	14.0
+ En caisse au commencement	2.300,76	734,41	734,41	
— Manque de l'exercice	»	»	»	
Aliénation du capital	3.000 »	»	1 827,75	
ACTIF DISPONIBLE	20 772,66	13.824,41	14.432,18	13.1

de budget pour 1902

DÉPENSES	1900	PRÉVUES pour 1901	1901	PRÉVUES pour 1902
1° Frais généraux				
Personnel : Appointements.	1.800 »	1.800 »	1.800 »	1.800 »
— Gratifications	150 »	150 »	150 »	150 »
— Indemnité de logement.	»	500 »	500 »	500 »
Loyer, assurances, contributions. .	2.202,45	4 400 »	4.723,38	4.700 »
Chauffage et éclairage	495,55	250 »	72,05	100 »
Mobilier	318,20	300 »	408,10	400 »
Bibliothèque.	949,35	600 »	790,65	700 »
Frais de bureau	361,70	400 »	451,85	400 »
Port de lettres.	236,85	250 »	256,95	250 »
Divers.	216,60	100 »	123,50	100 »
	6.730,70	8.750 »	9.276,48	9.100 »
2° Frais des Publications				
Bulletin 1901 et Réun. extraord. 1899.	10.509,35	8.000 »	10.401,15	7.943 »
Compte-rendu sommaire.	776,25	500 »	819,95	800 »
Port du Bulletin et du Compte-rendu.	1.246 »	1.000 »	1.297,91	1.000 »
Mémoires de Paléontologie.	»	3.000 »	77,65	3.000 »
Table de la 3e série	»	1.000 »	»	1.000 »
	12.531,60	13.500 »	12.596,66	13 743,02
3° Dépenses extraordinaires				
Catalogue de la bibliothèque. . . .	1.098,05	900 »	1.075,95	»
Indemnité au personnel pr le démén^t.	100 »	100 »	100 »	100 »
Déménagement	5.462,40	1.000 »	825,50	»
Contribution aux prix.	»	»	6,05	»
Frais de réception du Congrès. . .	846,20	»	»	»
	7.506,65	2.000 »	2.007,50	100 »
DÉPENSES TOTALES (AUTRES QUE LES FRAIS GÉNÉRAUX).	20.038,25	15.500 »	14.604,16	13.843,02
+ En caisse } en fin d'exercice . . .	+ 734,41	»	»	»
— Manque }	»	—1 675,59	— 171,98	»
Total égal à l'actif disponible. .	20.772,66	13.824,41	14.432,18	13.843,02

B

Résumé des comptes

RECETTES

1° Ordinaires			
Revenus	4.831, 15	4.873, 15	4.637, 90
Intérêts du compte de chèques. . .	42 »		
Divers à retrancher.		235, 25	
Cotisations, droits d'entrée et divers. . .		12.100, 50	16.738, 40
2° Vente des publications			
Bulletin et Mémoires de Géologie		3.311, 60	
Mémoires de Paléontologie		»	
Ouvrages de Fontannes.		96, 50	
Souscription ministérielle.		1.000 »	4.408, 10
3° Compte capital			
Cotisation à vie.		800 »	
Don Parandier.		1.000 »	
Legs de Mme Fontannes		35.364, 65	37.164, 65
4° Fonds spéciaux			
A. Barotte — Rappels pour 1897-1900. . .		14 »	
A. Barotte — Revenu de 1901		511 »	
B. F. Fontannes		650 »	
C. Viquesnel.		332, 25	
D. Prestwich — Rappel du rev. de 1900 .		213, 75	
D. Prestwich — Revenu de 1901.		285 »	2.006 »
TOTAL.			**60.317, 15**
5° Encaisse au 1er Janvier 1901			
Budget ordinaire		734, 41	
Fonds spéciaux.		672, 71	
Compte capital.		1, 10	1.408, 22
			61.725, 37

de l'Exercice 1901

DÉPENSES

1° Ordinaires		
Personnel, loyer, chauffage et éclairage. .	7.245, 43	
Mobilier et bibliothèque	1.198, 75	
Frais de bureau, ports de lettres et divers.	832, 30	9.276, 48
2° Frais des publications		
Bulletin 1901 et Réun. extraord. 1899 . .	10.401, 15	
Compte-rendu sommaire	819, 95	
Port du Bulletin et du C.-R. S.	1.297, 91	
Contribut. aux Mémoires de Paléontologie.	77, 65	12.596, 66
3° Dépenses extraordinaires		
Catalogue de la bibliothèque	1.075, 95	
Frais de déménagement et indemnité au personnel	925, 50	
Contribution aux prix	6, 05	2.007, 50
4° Compte capital		
Achat de 1.045 francs de rente 3 °/₀ . . .	35.338 »	35.338 »
5° Fonds spéciaux		
A. Barotte.	500 »	
B. Fr. Fontannes.	1.300 »	1.800 »
TOTAL		**61.018,64**
6° Encaisse au 31 Décembre 1901		
Fonds spéciaux.	878, 71	
Compte capital.	»	
Budget ordinaire, manque	— 171, 98	706, 73
		61.725, 37

en somme, qu'il a été pourvu à ces dépenses extraordinaires simplement en interrompant le jeu normal de la capitalisation de certaines recettes.

Cette solution a été facilitée par les retards apportés à la publication des Mémoires de paléontologie et au règlement du compte Carré et Naud. Ces éditeurs ont soulevé un certain nombre de difficultés qui viennent à peine d'être résolues et c'est seulement l'exercice en cours qui nous donnera sur ce point la situation exacte de la Société.

Ainsi qu'il avait été prévu, l'exercice 1900 s'est trouvé en déficit d'une somme de 5.076 fr. 33, un peu inférieure aux dépenses de déménagement (5.742 fr. 40).

Le Trésorier indique pour 1901 un déficit de 2.734 fr. 14 qui sera probablement réduit à 2.500 francs en tenant compte des cotisations arriérées. Il a été fait face à ce déficit avec l'encaisse existant au commencement de l'exercice 734 fr. 41, et avec un emprunt au compte capital de 1.827 fr. 75 ; le reste, 171 fr. 98, a été imputé au compte de 1902.

Résumé et conclusions

En résumé, l'exercice 1901 a été assez peu satisfaisant ; toutefois le déficit apparent n'a pas dépassé l'ensemble des dépenses extraordinaires (en y comprenant le catalogue de la bibliothèque). Le déficit est, en réalité, plus considérable par suite du report à l'exercice suivant du règlement des Mémoires de paléontologie. Il est bien certain que depuis plusieurs années les dépenses du Bulletin dépassent les ressources normales de la Société.

La Commission vous propose d'approuver les comptes du Trésorier et de lui voter des remerciements.

Présenté au nom de la Commission de comptabilité,
H. Douvillé.

Sur la proposition du Président, l'Assemblée approuve les comptes du Trésorier.

Des remerciements sont votés au rapporteur, M. Douvillé, et au Trésorier, M. Léon Janet.

QUATRE COUPES

A TRAVERS

LES ALPES FRANCO-ITALIENNES

par M. Pierre TERMIER.

(PLANCHES XII-XIII).

Les quatre coupes que je présente ici, et dont les pages qui vont suivre forment en quelque sorte la légende, résument fidèlement les résultats de douze années d'explorations géologiques dans divers massifs des Alpes Occidentales, la Vanoise, la Haute-Maurienne, les Grandes-Rousses, la chaîne de Belledonne, le Pelvoux, le Briançonnais. Elles sont faites, pour le surplus, des observations, les unes publiées, d'autres encore inédites, de mes collaborateurs et amis, MM. Marcel Bertrand, W. Kilian et Pierre Lory, et de mes collègues italiens, MM. Zaccagna, Mattirolo, Franchi, Novarese et Stella. Les études géologiques, d'un côté comme de l'autre de la frontière, ont été poussées si loin pendant la dernière période décennale, que je ne crains pas de regarder comme à peu près définitifs, au moins quant aux grandes lignes, les tracés de ces coupes qui sont relatifs aux terrains *existants*, c'est-à-dire aux terrains que l'on connaît à la surface du sol, ou dont la présence, à une faible profondeur, est certaine. Le reste, c'est-à-dire les lignes du dessin qui correspondent aux terrains enlevés par l'érosion, est, naturellement, hypothétique et discutable.

Je parlerai d'abord des terrains *existants*. Je les ai distingués, sur les coupes, par trois teintes différentes et deux figurés noirs.

La teinte rose représente les micaschistes, gneiss et schistes métamorphiques, et les roches massives subordonnées, qui affleurent dans la chaîne de Belledonne et dans les massifs des Grandes-Rousses et du Pelvoux. Il n'est pas douteux que ces terrains cristallins ne se prolongent, à l'est, sous le Briançonnais et sous l'immense masse des assises cristallines permo-carbonifères. Le retour du granite (type Pelvoux), sous la forme d'une mince lame insérée parmi les écailles briançonnaises, au Plan-de-Phazy, montre

que le faciès Pelvoux, dans ces terrains cristallins, va très loin vers l'est. Plus loin, c'est-à-dire sous le Permo-carbonifère du Piémont, on ne sait plus rien, ni de l'allure, ni de la composition de la série anté-houillère. A Belledonne et dans le Pelvoux, c'est-à-dire là où cette série affleure, et où l'on peut l'étudier à son aise, rien n'indique son âge ; et l'on sait seulement qu'elle est anté-houillère, et qu'elle contient, dans de rares bancs de conglomérats, des galets d'une série cristallophyllienne plus ancienne, qui n'affleure plus nulle part.

La teinte bleue est relative aux terrains secondaires, sauf les Schistes lustrés. Je n'ai pas distingué les deux faciès, *briançonnais* et *dauphinois* (Em. Haug), de ces terrains, M. Kilian ayant, depuis quelques années, fortement établi qu'il existe, d'un faciès à l'autre, un passage graduel.

Par contre, j'ai affecté une teinte spéciale aux Schistes lustrés, c'est-à-dire à ce que j'ai appelé, l'année dernière, la *série cristallophyllienne mésozoïque*. L'âge mésozoïque a été définitivement démontré par M. Franchi ; mais c'est un âge maximum. Je crois que la formation des Schistes lustrés a duré du Trias supérieur à l'Eocène, et qu'il y a des Schistes lustrés tertiaires, dans la zone du Piémont comme en Suisse.

Le quadrillé noir désigne les terrains houiller et permien, et les assises cristallophylliennes qui remplacent peu à peu ces terrains du côté de l'est.

Enfin le ponctué noir représente, là où l'échelle de la coupe en a permis l'indication, le calcaire nummulitique (avec les brèches et les conglomérats associés) et les puissants dépôts du Flysch. Sur les quatre coupes, ces terrains tertiaires (Eocène supérieur et Oligocène inférieur) ont l'air d'être confinés dans un étroit synclinal, à l'ouest du Briançonnais. Ce synclinal, c'est la *zone de l'Embrunais et des Aiguilles d'Arves*, de M. Em. Haug, ou encore ce que j'ai appelé la *zone du Flysch*. En réalité, il y a, dans le Briançonnais, en dehors de ce synclinal, soit sur le sommet de l'*éventail*, soit dans la série des écailles occidentales, de nombreux lambeaux de Flysch, mais qui sont trop petits pour figurer utilement dans des coupes à 1/320.000. Le *géosynclinal* oligocène comprenait donc le Briançonnais tout entier ; et je crois même qu'il embrassait une forte partie de la région des Schistes lustrés. Cependant, il ne faut pas oublier qu'il y a, dans le Flysch du Briançonnais, des conglomérats à galets de roches vertes et de micaschistes (roches vertes et micaschistes provenant certainement des Schistes lustrés), et qu'ainsi, à l'époque oligocène, le géosyn-

clinal allait en se rétrécissant, et en se morcelant dans sa région orientale. La découverte de ces conglomérats dans le Flysch *en place*, près de Guillestre et près du Mont-Genèvre, est due à M. Kilian. C'est une découverte très importante.

Sur le bord des chaînes subalpines, j'ai dessiné, schématiquement, les plis *hésitants*, si curieux, décrits dans ces dernières années par MM. Kilian et P. Lory. Les phénomènes d'étirement et de laminage, encore très sensibles dans les plis marginaux de Belledonne, disparaissent presque complètement à peu de distance à l'ouest. Tout montre que cette région a été beaucoup moins pressée que la région des chaînes alpines, et qu'elle a été soumise à des efforts moins continus, moins ordonnés, plus capricieux, parfois discordants.

La chaîne de Belledonne est bien singulière. Sa coupe est celle d'une large voûte sur laquelle sont venus se coucher les plis de l'Oisans, et qui a résisté, soit à la striction primitive, soit au déversement final. M. Lugeon m'a suggéré l'idée que cette voûte pouvait n'être qu'une apparence, et dissimuler la *carapace* d'une nappe. Après examen attentif, je suis convaincu qu'il n'en est rien, et que la chaîne de Belledonne, tout entière, est *en place*. Mais elle n'a pas partout au même degré ce privilège de stabilité, qui est si frappant dans la région voisine de Grenoble. Son bord ouest est d'ailleurs, à peu près partout, moins résistant que sa zone axiale, sans doute parce que ce bord est formé de micaschistes, beaucoup plus tendres et plus compressibles que les *gneiss basiques* qui constituent la région centrale. Sur la plus méridionale des quatre coupes (celle qui va de l'Obiou à Fenile), la chaîne de Belledonne se dissimule en profondeur. Son passage, dans cette partie des Alpes, est jalonné par les deux bombements cristallins d'Aspres-lez-Corps.

A l'est de la chaîne de Belledonne, vient le pays à structure isoclinale que j'ai décrit dans ma monographie des Grandes-Rousses et dans ma note sur la tectonique du massif du Pelvoux, et qui va se prolongeant, au nord, *en se rétrécissant beaucoup*, dans les montagnes calcaires, décrites par M. Kilian, et comprises entre l'Arc et l'Isère. Le petit massif cristallin du Rocheray, près de Saint-Jean-de-Maurienne, appartient certainement au prolongement septentrional du bord ouest du Pelvoux. Plus loin vers le nord, c'est dans les plis qui s'enracinent entre le Mont-Joli et le Mont-Blanc, et c'est aussi dans le massif du Mont-Blanc lui-même, qu'il faut chercher le prolongement de la zone du Pelvoux, de nou-

veau très élargie. Les affleurements cristallins de cette zone sont dus à des surélévations locales des faisceaux de plis, et ces surélévations locales, dans les divers faisceaux parallèles, semblent s'ordonner suivant des anticlinaux sensiblement *orthogonaux* à la zone, séparés par de profondes dépressions. J'ai montré, dès 1893, l'existence de ce système orthogonal dans la région des Grandes-Rousses. La même loi se vérifie encore, au moins approximativement, dans le Pelvoux. M. Lugeon et, plus récemment, M. Pierre Lory, ont observé d'autres confirmations de cette ordonnance quasi-géométrique des plis transversaux.

Le trait caractéristique des plis de la zone du Pelvoux, c'est que, la plupart du temps, leurs racines dans les terrains cristallins sont verticales, et que, à très peu de distance au-dessus de leurs racines, ces plis se couchent brusquement vers l'ouest, parfois jusqu'à l'horizontale. Si l'érosion n'avait pas autant diminué la chaîne de Belledonne, on y verrait, sans nul doute, posé sur le dôme cristallin, un empilement de plis horizontaux, semblable à l'empilement du Mont-Joli décrit par MM. Marcel Bertrand et Ritter. En tout cas, rien, dans la zone du Pelvoux, n'indique la plus légère tendance à un déversement des plis vers l'est. Les massifs cristallins de cette zone ne sont point construits en éventail, pas plus le Mont-Blanc que le Pelvoux. Toutes les méprises commises à cet égard sont dues à des observations trop locales, où l'on a vu des couches verticales, ou quasi-verticales, *pousser au vide* sur le flanc d'une vallée. La zone Pelvoux-Mont-Blanc est une zone isoclinale, aujourd'hui faisceau de racines droites ou peu déversées, autrefois origine commune de nombreux plis couchés et même de nappes à long cheminement.

J'ai montré, en 1896, l'intensité du plissement dans le Pelvoux. La multiplicité des plis parallèles est parfois extraordinaire. Il y a de curieux phénomènes d'étirement et de larges suppressions d'étages. L'effort orogénique a été, ici, incomparablement plus grand que dans les chaînes subalpines, et même que dans la région marginale de Belledonne. Mais ce n'est rien encore, à côté de l'intensité que cet effort a atteinte dans le Briançonnais.

Les terrains tertiaires de la *zone de l'Embrunais et des Aiguilles d'Arves* plongent également vers l'est, s'enfonçant ainsi sous les terrains briançonnais. Sur le bord ouest de cette zone, les phénomènes de glissement sont, en général, peu importants. Ainsi, le long de la lisière orientale du Pelvoux, les premières assises tertiaires reposent encore, visiblement, sur les assises qui leur ont servi de substratum au moment de leur sédimentation. Au con-

traire, le bord oriental du synclinal de Flysch est la trace sur le sol d'une surface de chevauchement, dans laquelle les glissements et les étirements d'assises ont été très fréquents et très intenses; et c'est pour cela qu'il y a, de part et d'autre de la zone du Flysch, malgré sa faible largeur, de si fortes différences entre les faciès des divers termes de la série secondaire.

Cette surface de glissement est d'ailleurs loin d'être la seule. M. Haug en a signalé d'autres en pleine zone du Flysch, dans le pays d'Embrun, au long desquelles on voit affleurer des lambeaux de Trias ou de Malm, véritables lames, insérées dans la masse des terrains tertiaires. Et dès que, dépassant le bord est de la zone du Flysch, on pénètre dans le Briançonnais, les surfaces de glissement se multiplient; il n'y a plus que des contacts anormaux, rapprochant des assises qui étaient, originairement, à plusieurs centaines de mètres, parfois même *à plus de mille mètres* l'une de l'autre. Le Briançonnais, à l'ouest de l'éventail, est un *paquet d'écailles* qui ont glissé, plus ou moins, mais toujours beaucoup, les unes sur les autres, et qui sont séparées, çà et là, par des lambeaux, discontinus et toujours très minces, de séries renversées. J'ai compté, en 1898, dans les montagnes comprises entre Briançon et Vallouise, trois écailles superposées. Sur la plus haute reposent, tout au sommet de l'éventail, des lambeaux d'une nappe de recouvrement venue de l'est : c'est ce que j'ai appelé la *quatrième écaille briançonnaise*, et je m'expliquerai un peu plus loin au sujet de cette quatrième écaille. Les diverses écailles briançonnaises sont d'ailleurs ondulées et même plissées, et ces plissements secondaires peuvent être très aigus. M. Kilian a décrit la même structure en écailles, et de pareilles ondulations, dans le paquet d'écailles, aux environs de Guillestre, également à l'ouest de l'éventail. Tous ces faits sont désormais acquis, et il n'y a plus entre nous, à cet égard, le moindre désaccord.

Il y a eu un désaccord, et qui a subsisté longtemps, au sujet de l'origine d'une semblable structure. J'ai proposé, en 1899, pour rendre compte des écailles briançonnaises, l'hypothèse d'un charriage antérieur à la formation de l'éventail. La zone des Schistes lustrés, tout entière, eût été, dans cette hypothèse, une nappe venue de l'est, chevauchant une série de *lames de charriage* poussées par elle, et faisant glisser ces lames sur la zone du Flysch. Après la constitution du paquet de lames, ce paquet eût été plissé, et plissé en éventail, les plis occidentaux se couchant vers la France, les plis orientaux vers l'Italie. La *quatrième écaille* — terrains cristallins et conglomérats de l'Eychauda, de Serre-

Chevalier et de Prorel — eût alors été un témoin de la nappe de Schistes lustrés, c'est-à-dire de la nappe générale dont la translation vers l'est aurait précédé le dernier plissement de la région. J'indiquais toutefois qu'une autre hypothèse était admissible, réduisant le système charrié à la seule *quatrième écaille*, et donnant à l'éventail briançonnais un enracinement sur place. On peut voir, dans le Livret-guide du Congrès géologique international de 1900 (excursion XIIId), deux coupes superposées, mettant en parallèle les deux hypothèses.

Après de longues controverses, M. Kilian m'a convaincu de l'enracinement de l'éventail briançonnais : et j'ai peu à peu abandonné, et je rejette aujourd'hui tout-à-fait, l'hypothèse du charriage de la *zone des Schistes lustrés*. Comme l'a montré mon savant contradicteur, la zone des Schistes lustrés, celle du Briançonnais, celle du Flysch, ne sont pas plus indépendantes les unes des autres, que cette dernière ne l'est de la zone du Pelvoux. Si l'on suit, avec une suffisante persévérance, le bord de deux de ces zones, on observe, ici ou là, des plis où les terrains des zones se mêlent, et des plis qui, d'une zone, passent dans la zone voisine. Nulle part, sauf dans la *quatrième écaille*, les Schistes lustrés n'apparaissent avec la soudaineté qu'il faudrait pour qu'on pût légitimement les considérer comme charriés. Il y a eu, sans doute, entre les diverses écailles qui s'empilent à l'ouest de l'éventail, des glissements considérables et de grands déplacements relatifs. Mais des glissements et des déplacements très comparables ont été, depuis longtemps, observés et signalés par M. Haug dans la *zone du Flysch*. Et la présence d'une lame de *granite du Pelvoux*, au Plan-de-Phazy, dans un système de lames où le Flysch se mêle aux terrains briançonnais, achève de montrer l'étroite solidarité des quatre zones.

Je tiens donc aujourd'hui, avec M. Kilian, et avec M. Haug, les écailles briançonnaises — sauf la *quatrième écaille*, ou, ce qui est la même chose, les lambeaux Eychauda-Prorel — pour des plis couchés, qui ont longuement glissé les uns sur les autres, et dont les flancs inverses ont ainsi, en grande partie, disparu. Ces plis forment un paquet, fortement laminé après sa constitution, et qui, dans ce laminage, a été ondulé, et même, çà et là, énergiquement plissé. *Leurs racines sont toutes situées à l'ouest de l'éventail.*

Il résulte de là que, dans la région des Alpes occidentales, qui s'étend entre la plus septentrionale et la plus méridionale de mes quatre coupes, *tous les terrains actuellement visibles, tous les plis actuellement observables, sont autochtones, sauf les terrains de*

la quatrième écaille briançonnaise, c'est-à-dire les lambeaux Eychauda-Prorel.

Qu'il y ait eu, comme le croit M. Lugeon et comme je le crois aussi, d'énormes charriages par dessus ce que nous appelons aujourd'hui la chaîne des Alpes, ou que les déplacements horizontaux, dans les Alpes, aient été beaucoup plus restreints et d'importance secondaire, je tiens désormais pour évident que les chaînes françaises et italiennes, au sud de l'Isère et au sud de la Doire-Baltée, sont entièrement autochtones. *à l'exception des lambeaux Eychauda-Prorel.* La chaîne de Belledonne, *tout entière*, est *en place*; *en place* aussi le Pelvoux et le Mont-Blanc ; *en place* encore, sauf les glissements relatifs des écailles, la longue et large bande permo-carbonifère. A fortiori, les chaînes subalpines françaises et les chaînes du Jura doivent-elles être tenues pour autochtones.

Mais, si l'éventail briançonnais est réellement enraciné, il est incontestablement très déformé, du moins dans la région comprise entre l'Arc et le Guil. La troisième et la quatrième de mes coupes ne laissent, à cet égard, aucun doute. Il est très vraisemblable que le Flysch de l'Embrunais et des Aiguilles d'Arves se prolonge très loin, vers l'est, sous les écailles briançonnaises. Un puits, foré à Briançon, rencontrerait probablement, sous le Houiller, les assises oligocènes. M. Haug me disait récemment qu'il avait, au sujet de Guillestre, la même impression, et qu'il croyait à l'existence du Flysch, en profondeur, sous la nappe d'andésite (probablement permienne) des gorges du Guil. En tout cas, le synclinal de Flysch va au moins jusqu'à la Durance, par dessous le paquet des écailles qui le chevauchent.

Des Schistes lustrés, je ne dirai que peu de chose. M. Marcel Bertrand a montré qu'en Maurienne ces assises cristallophylliennes sont partout superposées au Trias briançonnais. J'ai constaté la même superposition dans les hautes vallées piémontaises, et, en particulier, dans le Val Savaranche. M. Kilian a vu, de même, dans le Queyras et dans les montagnes qui avoisinent le Mont-Genèvre, les Schistes lustrés reposer sur les termes les plus élevés du Trias. Enfin, comme chacun sait, M. Franchi a trouvé, en divers points du Piémont, des fossiles du Trias supérieur ou du Lias dans des calcaires affleurant, sous forme d'anticlinaux parfaitement nets, au-dessous des Schistes lustrés. La question d'âge est donc tranchée, du moins en ce qui concerne la limite lointaine de l'âge. Les Schistes lustrés sont, en grande partie, mésozoïques : voilà qui est certain. Je crois aussi, mais sans pouvoir le démontrer

encore, que la partie haute de cette série cristallophyllienne est éocène. L'épaisseur totale est formidable, et atteint probablement *plusieurs milliers* de mètres. J'ai dit, l'an dernier, dans deux notes à l'Académie des Sciences, ce que je pense des roches intrusives des Schistes lustrés, et de leur relation avec les gneiss, micaschistes et amphibolites de la série, et même avec la cristallinité générale. Je résume ici brièvement ces notes.

La série des Schistes lustrés, ou *série cristallophyllienne mésozoïque*, est formée de *calcschistes* à séricite, rutile, ilménite et quartz, de calcaires plus ou moins cristallins, de schistes siliceux ; et elle comprend aussi des micaschistes, des gneiss et des amphibolites, et d'innombrables amas de roches vertes. *Il n'est pas, dans les Schistes lustrés, une seule assise qui ne soit cristalline.* Cependant, le métamorphisme est inégal. Ce métamorphisme n'est certainement pas d'origine dynamique : ce n'est pas du *dynamo-métamorphisme*. Les actions mécaniques *déforment* souvent ; elles ne *transforment* que bien rarement et de façon toute locale. Et je n'hésite pas à dire, aujourd'hui, qu'il n'y a pas de métamorphisme *régional* qui soit du *dynamo-métamorphisme*.

Les micaschistes, les gneiss et les amphibolites des Schistes lustrés sont, à n'en pas douter, des sédiments transformés. Il en est de même, bien entendu, des calcschistes, qui forment la plus grande partie de la série. Je n'imagine, pour expliquer le métamorphisme de ces assises, que deux théories.

On peut faire appel au *recuit en profondeur, sans apport plutonien*. Mais alors, pour rendre compte de la richesse en alcalis et en magnésie de beaucoup d'assises (gneiss, micaschistes et amphibolites), il faut admettre une longue intervention *volcanique*, contemporaine de la sédimentation. Les assises riches en alcalis et en magnésie seraient des *tufs volcaniques sous-marins*, qui auraient alterné, à l'origine, avec les boues argileuses et calcaires. De cette longue intervention volcanique, il ne resterait aucune trace. Aucune cheminée n'a été observée, ni dans les calcschistes, ni dans le Permo-carbonifère ou le Trias sous-jacents. Nulle part, on ne voit rien qui ressemble à un tuf, et quant aux roches éruptives, elles forment des amas, non des coulées, et leur structure, même au Mont-Genèvre, est celle de roches abyssiques ou hypo-abyssiques, non de roches volcaniques.

La deuxième théorie me paraît plus séduisante : c'est la théorie *plutonienne*. Les amas *intrusifs* de gabbros, de péridotites ou de diabases, les intercalations de micaschistes, de gneiss et d'amphibolites variées, et enfin la cristallinité générale des assises, seraient

des effets différents d'une seule et même cause : la filtration tranquille, *per ascensum*, de vapeurs, au travers de la formation sédimentaire. En général, les conditions étaient telles qu'au contact des vapeurs les assises n'avaient aucune tendance à fondre. Tout autour des *colonnes filtrantes*, le métamorphisme s'étalait, vaste tache d'huile, dans le plan des couches, et de façon très inégale suivant la perméabilité. Mais, peu à peu, au cours de leur ascension, les fluides devenaient moins légers et la filtration se faisait moins facile : et il se formait, çà et là, *dans l'épaisseur du filtre*, des accumulations de magmas liquides, sortes de *laccolites* sans cheminée, grossièrement interstratifiés, de toutes formes et dimensions, remplis eux-mêmes de roches diverses, en fusion aqueuse ou ignée suivant leur nature. La nature de ces roches dépendait uniquement des pertes subies, en chaque point, par la colonne filtrante. Presque toujours, c'étaient des roches basiques, résidu magnésien, calcique et ferreux d'une *liquation* de la colonne filtrante : tandis que les autres éléments (silice et alcalis) provenant de la même liquation, s'en allaient, à peu de distance, former des micaschistes ou des gneiss aux dépens des argiles et des grès. On s'explique ainsi que les gneiss, micaschistes et amphibolites, se présentent parfois comme l'auréole, prodigieusement étalée, d'une roche intrusive basique, et que, d'autres fois, la roche basique soit incluse dans des calcschistes du type ordinaire, peu métamorphiques en apparence. En réalité, ce n'est pas la roche basique qui est arrivée, toute formée, du sein de la terre : on ne comprendrait pas, s'il en était ainsi, l'absence totale des *cheminées*. Cette roche n'est, encore un coup, qu'un résidu de liquation : et ce sont les produits plus légers de la même liquation qui ont transformé les assises encaissantes, tantôt, et le plus souvent, en calcschistes, tantôt en gneiss, en amphibolites ou en micaschistes.

C'est ici le lieu de parler de la *quatrième écaille briançonnaise*, ou des lambeaux Eychauda-Prorel. Dans toute la région des Alpes qui, en ce moment, m'occupe, il n'y a rien de plus important, pour le tectonicien, que cette *quatrième écaille*. Je l'ai décrite, dans ce même Bulletin, en 1899. C'est elle encore qui forme l'objet principal d'un long mémoire où je traite *des montagnes entre Briançon et Vallouise*, mémoire qui est actuellement à l'impression.

La *quatrième écaille* est formée, pour une part, de conglomérats oligocènes à galets cristallins et à galets, plus rares, de Trias ou de Lias ; elle est formée encore, *et surtout*, de micaschistes, de gneiss, d'amphibolites et, accessoirement, de roches vertes laminées. Ces assises cristallophylliennes appartiennent indubitable-

ment à la série des Schistes lustrés. Il y a, de plus, vers la base de l'écaille, une lame de terrains briançonnais écrasés et étirés : Houiller, Permien, Trias et Malm. Le tout est posé sur les assises les plus jeunes (Flysch ou Malm) du Briançonnais, *tout au sommet de l'éventail*. L'écaille est ondulée et plissée comme le sont les assises du socle sur lequel elle repose : elle a donc participé à la déformation de l'éventail.

Mais cette écaille est elle-même un paquet plissé. Elle comprend, tout au moins, trois séries d'assises : une série renversée, à la base ; une série normale, dans le milieu ; enfin une deuxième série renversée, correspondant aux deux sommets de l'Eychauda et de Serre-Chevalier. La *lame étirée* de terrains houillers, permiens, triasiques et jurassiques, apparaît, tantôt en dessous de la première série, tantôt entre la première et la deuxième. Que ces reploiements soient la cause déterminante, ou qu'ils ne soient qu'un phénomène secondaire de la formation de l'écaille, ils sont nettement antérieurs aux ondulations et aux soubresauts qui affectent cette écaille. La *quatrième écaille* existait donc à la place qu'elle occupe aujourd'hui, et avec la même complexité de structure, avant la déformation dernière de l'éventail.

On ne peut pas douter que la *quatrième écaille* ne soit un témoin d'une nappe charriée, venue de l'est, venue, par conséquent, d'une région où tous les plis, actuellement visibles, sont couchés vers l'est. Il y a donc eu, *après la formation de l'éventail*, après la constitution de ce que M. Kilian appelle l'*éventail composé*, il y a eu, dis-je, *retroussement* vers l'ouest, et charriage plus ou moins étendu vers l'ouest, de certains plis de la région orientale de ce même éventail. C'est de ce phénomène que je traiterai un peu plus loin, quand je parlerai des hypothèses tectoniques.

En tout cas, *aucune théorie générale n'est recevable, pour l'explication de la structure du Briançonnais, si elle ne rend compte de l'origine de la quatrième écaille.*

Il me reste, pour avoir passé en revue tous les terrains *existants*, à dire quelques mots du Permo-carbonifère.

Dans le Briançonnais, et dans la partie de la Maurienne qui se trouve à l'ouest du massif de Péclet, ce terrain ne présente aucun *métamorphisme régional*, et même, le plus souvent, aucun métamorphisme. Dans le massif de Péclet, et surtout dans le massif de la Vanoise, le *métamorphisme régional* commence : il grandit rapidement, de l'ouest vers l'est, effaçant bientôt, dans l'immense majorité des assises, tout caractère détritique. A partir d'une ligne,

que j'ai définie dès 1891, et qui va de Roche-Chevrière à Pralognan, ce ne sont plus, dans le Permien ou dans le Houiller, que micaschistes, gneiss, quartzites à minéraux, glaucophanites, amphibolites, roches vertes ou roches massives diverses. Dans la Haute-Maurienne (chaîne de la Levanna), le faciès qui domine est celui du *gneiss porphyroïde* à gros cristaux d'orthose. Dans le Val Grisanche et le Val de Rhêmes, des gneiss fins alternent avec des micaschistes : mais il y a aussi, çà et là, *de petits bancs fort irréguliers d'anthracite, témoins des anciennes couches de houille.* A l'est du synclinal de Schistes lustrés de la Grivola, le massif du Grand-Paradis, tout entier, est formé de gneiss porphyroïdes, prolongement de ceux de la Levanna : et il semble que ces gneiss deviennent, au fur et à mesure qu'ils sont plus profonds dans la série, de plus en plus granitoïdes. Au Petit-Mont-Cenis, la série cristalline est identique à celle de la Vanoise. Au sud de la Doire-Ripaire, enfin, les types dominants sont des micaschistes à mica blanc, des gneiss micacés fins et des *gneiss graphitiques*. Les roches massives manquent complètement en France. En Italie, il y a des régions où les diorites et les syénites abondent (Ivrée, Chisone, Val Savaranche), et d'autres régions dépourvues de roches massives (Grand-Paradis).

Les *Casanna Schiefer* de Gerlach, les gneiss du Cervin et du Mont-Rose, les micaschistes du Simplon et les gneiss d'Antigorio sont les prolongements vers le nord-est de cette énorme *série cristallophyllienne permo-carbonifère.*

La puissance est telle que l'on peut se demander si les parties profondes de la série ne sont pas antérieures au Carbonifère, et si l'on n'a pas sous les yeux une *série compréhensive*, embrassant, avec le Permien et le Carbonifère, d'autres étages du Paléozoïque. Il y aurait alors, dans les Alpes occidentales, deux grandes *séries compréhensives* : l'une mésozoïque et néozoïque, correspondant aux Schistes lustrés ; et l'autre primaire, correspondant aux gneiss du Piémont. C'est pour exprimer cette réserve que sur les feuilles « Tignes », « Bonneval » et « Aiguilles », de la Carte géologique de la France à l'échelle de 1/80.000, on a, à ma demande, désigné sous le symbole rx (du Permien au Précambrien) les gneiss du Grand-Paradis, de la Levanna et du Val Pellice.

Mais ce qui est certain, c'est que, tout au moins dans leur partie haute, les assises cristallophylliennes du Piémont — je parle de celles qui sont inférieures aux Schistes lustrés — sont houillères ou permiennes. Ce qui est certain encore, c'est que *toute* la série cristallophyllienne de la Vanoise est permienne ou houillère,

comme je l'ai annoncé en 1891 ; et que, comme M. Marcel Bertrand l'a écrit en 1894, il en est de même des micaschistes et gneiss de l'Aiguille-du-Midi, du Mont-Pourri et du Val Grisanche. La puissance du Permo-Houiller métamorphique atteint *plusieurs milliers* de mètres.

Il n'est que juste de rappeler ici que l'ingénieur Lachat a émis, *il y a plus de quarante ans*, l'idée d'attribuer au Permien les roches feldspathiques et micacées de Modane, et que, il y a trente ans, M. Suess a proposé d'attribuer au Permien une partie des *Casanna Schiefer* de Gerlach. Les coupes que je publie aujourd'hui sont cependant les premières où, *dans son ensemble*, la série des gneiss du Piémont soit rapportée au Permo-Carbonifère. La croyance en l'ancienneté *nécessaire* des gneiss et des micaschistes a jeté, dans l'esprit humain, de profondes racines.

La *série cristallophyllienne permo-carbonifère* correspond à un géosynclinal, de même que la *série cristallophyllienne mésozoïque* : et il semble bien qu'il n'y ait eu, pour les deux séries, qu'un seul et même géosynclinal. La continuité entre les deux systèmes n'est interrompue que par le Trias à faciès briançonnais. Là où ce Trias manque — et le cas est fréquent dans le Piémont — la limite inférieure des Schistes lustrés est très indécise. Le Houiller non métamorphique de Briançon et de la Maurienne, et les terrains secondaires du Briançonnais, correspondent au bord occidental, fréquemment déplacé et troublé, du géosynclinal. C'est plus à l'est, et probablement assez loin vers l'est, que passait l'axe de cette zone déprimée : et je crois bien que, pendant une partie de l'époque éocène, le géosynclinal se trouvait encore à l'est du Briançonnais. Ce n'est qu'à la fin de l'Eocène que le géosynclinal s'est morcelé dans sa région orientale, puis dans sa région centrale, et qu'il s'est alors constitué, dans le Briançonnais même, comme un résidu de ce géosynclinal, où se sont accumulés les dépôts du Flysch.

Tout cela nous montre que *notre chaîne* des Alpes ne correspond qu'à l'un des bords, et à la moitié peut-être — ou pas beaucoup plus — de la région médiane du vaste géosynclinal où la Chaîne véritable s'est lentement préparée. *La moitié des Alpes nous manque.*

Mais revenons à la série cristallophyllienne permo-carbonifère. Pour rendre compte du métamorphisme, si intense et si complet, de cette série, il n'y a, comme pour les Schistes lustrés, que deux théories : le *recuit en profondeur, sans apport plutonien*, d'une série d'assises sédimentaires parmi lesquelles s'intercalaient, à l'origine, beaucoup de tufs et de coulées *volcaniques* ; et la théorie

plutonienne. J'ai indiqué la première en 1891 et en 1895 : il semble que ce soit elle qui ait actuellement la préférence de MM. Franchi, Novarese et Stella. La deuxième théorie me paraît aujourd'hui beaucoup plus satisfaisante. L'une et l'autre supposent, bien entendu, l'enfouissement, à une profondeur relativement grande, des sédiments qui ont subi le métamorphisme : c'est-à-dire la condition géosynclinale.

L'analogie est telle, entre cette série cristallophyllienne permo-carbonifère et la série cristallophyllienne anté-houillère du Mont-Blanc, du Pelvoux et de Belledonne, que la cause du métamorphisme est très probablement la même dans les deux séries. Or, je ne crois pas qu'aucun lithologiste, à l'heure actuelle, hésite à attribuer à une cause nettement plutonienne — je veux dire à l'ascension de fluides chauds venus de la très grande profondeur — le métamorphisme des schistes et gneiss de la zone du Mont-Blanc, de Belledonne et du Pelvoux. C'est par la théorie plutonienne, et seulement par elle, que l'on peut expliquer, et la cristallinité générale, et le renforcement, si je puis ainsi parler, de la cristallinité dans certains faisceaux d'assises, et la production, au sein des assises, d'amas de roches massives, tantôt entourés d'une auréole très nette et se fondant graduellement dans cette auréole, tantôt inertes vis-à-vis des strates encaissantes et nettement séparés de ces strates. Or, tous ces phénomènes se retrouvent dans la série permo-carbonifère. La seule différence est relative à la dimension des amas de roches massives. Dans la série anté-houillère, ces amas ont souvent de formidables dimensions : tels sont ceux du Mont-Blanc et du Pelvoux (granites). Dans l'autre série, les plus gros amas connus, ceux du Chisone (diorites), sont certainement bien plus petits. Mais cette différence n'est qu'apparente. Si l'on pouvait descendre de quelques centaines de mètres sous les assises les plus profondes du Grand-Paradis, il est bien probable que l'on atteindrait le granite, et cet amas granitique dont on devine ainsi la présence sous le Grand-Paradis, doit avoir des dimensions très comparables à celles de l'amas du Mont-Blanc. Il y a, d'ailleurs, dans les chaînes où affleure la série anté-houillère, d'immenses régions de micaschistes et de gneiss où les amas de roches massives sont rares et de faible volume : telle est la chaîne de Belledonne tout entière.

Si, comme je le pense, la théorie plutonienne est la vraie, il faut qu'il y ait eu, dans l'histoire de nos Alpes, *au moins deux* périodes d'ascension des fluides abyssaux : la première, avant le Houiller, correspondant à la phase terminale d'un géosynclinal très ancien,

le géosynclinal d'où est née la chaîne hercynienne ; la deuxième, aux débuts de l'Oligocène, correspondant à la phase terminale du géosynclinal alpin. Il est possible qu'il y en ait eu trois, les deux extrêmes étant celles que je viens de dire, la seconde se plaçant entre le Permien et le Trias. Mais, comme, dans le Piémont, le Permo-Carbonifère, le Trias et les Schistes lustrés semblent former une série sédimentaire continue, et comme, la plupart du temps, le Trias n'est guère moins cristallin que les deux séries qui l'enclavent, j'incline à croire que c'est un seul et même afflux de vapeurs abyssales qui a modifié tout l'ensemble. depuis la base du Houiller jusqu'au sommet de l'Eocène. Peut-être l'afflux en question — qui daterait ainsi, comme j'ai dit, des premiers temps de l'Oligocène — était-il lié au morcellement et au rétrécissement du géosynclinal. C'est le même afflux, en tout cas, qui a métamorphosé les *Bündner Schiefer* et apporté les roches *ophiolithiques* des Grisons. Et je ne doute guère que ce ne soit à lui, encore, qu'il faille attribuer la formation des amas tonalitiques, granitiques et monzonitiques des Alpes orientales.

Je viens maintenant à la discussion de l'hypothèse tectonique, qui se trouve esquissée par le simple tracé, sur mes quatre coupes, des lignes ponctuées dominant la surface du sol.

La dissymétrie de l'éventail briançonnais, déjà très marquée dans les deux premières coupes — les plus septentrionales — devient extrême et tout-à-fait curieuse dans la troisième coupe et dans la quatrième, c'est-à-dire dans la région même de Briançon. Il est probable que, plus au sud, la dissymétrie diminue. C'est ce sur quoi nous serons bientôt fixés par les travaux de MM. Haug et Kilian. En tout cas, la région de Briançon nous apparaît, d'ores et déjà, comme caractérisée par une très grande déformation — sinon par le maximum de déformation — de l'éventail. De là découlent, naturellement, la complexité de la structure, plus grande ici que partout ailleurs, et, par simple conséquence, les longues controverses auxquelles cette structure de la région briançonnaise a donné lieu.

Je me suis attaché, dans ces dernières années, à suivre pas à pas, dans la partie des Alpes dont je traite en ce moment, la *zone axiale* de l'éventail. On dit souvent *l'axe* de l'éventail, pour la commodité du langage. Mais il va de soi, et les coupes le font assez voir, que ce n'est pas une ligne, mais bien une zone, large souvent de plusieurs kilomètres, qui sépare les plis *franchement* déversés vers l'ouest, de ceux qui, *franchement*, se couchent à l'est.

Partout où je l'ai étudiée — et, pour les lieux que je n'ai pas vus moi-même, les renseignements de M. Kilian ou de M. Marcel Bertrand confirment mon impression — cette zone axiale est, tantôt plissée, tantôt, et le plus souvent, confusément *agitée*. Les assises y ont presque toujours une allure indécise, désordonnée, qui devient chaotique à de certains endroits. Partout, par l'examen détaillé de ces assises, on constate de formidables étirements. Tel est le cas du Mont-Jovet, décrit par M. Marcel Bertrand ; tel est le cas de tout le pays de grès à anthracite compris entre le Doron de Brides et la vallée de l'Arc, pays de pauvres mines, où les couches d'anthracite sont toujours extraordinairement irrégulières.

Mais nulle part ces caractères de la zone axiale ne sont aussi nets et aussi frappants que dans le massif de Pierre-Eyrautz, entre le col des Ayes et la Durance. La structure de ce massif est beaucoup plus simple que les notes préliminaires de M. Lugeon ne le faisaient prévoir. C'est l'erreur où nous étions tous, jusqu'à la fin de 1899, au sujet de l'âge des *marbres en plaquettes*, qui entraînait M. Lugeon, et qui nous eût tous entraînés comme lui, à admettre, pour le massif, une structure très compliquée. En réalité, le massif de Pierre-Eyrautz correspond, purement et simplement, à la zone axiale de l'éventail. Le premier pli nettement déversé vers l'est passe un peu à l'ouest du col des Ayes. Le premier pli à déversement occidental bien net passe à l'ouest des grands escarpements, qui, de deux mille mètres de hauteur, dominent la Durance. Entre ces plis, la zone axiale est, le plus souvent, tout-à-fait chaotique. On y observe des étirements qui font disparaître plusieurs centaines de mètres d'épaisseurs d'assises, et même, en quelques points, plus de mille mètres. L'inclinaison est quelconque, et change avec une incroyable brusquerie. Le Lias de Mélézein troue les *marbres en plaquettes* comme à l'emporte-pièce, et surgit en un dôme aigu. Le Flysch de Chabriller remplit, par contre, une sorte de cuvette aux parois verticales, et confine indifféremment aux calcaires triasiques ou aux marbres crétacés. Plus au sud, dans la région de Furfande, que j'ai traversée en compagnie de M. Kilian, c'est la même indécision, le même chaos, les mêmes étirements.

Or, le socle que forme le plateau de Pierre-Eyrautz et qui, dans Pierre-Eyrautz, ne supporte rien, ce socle se prolonge, de l'autre côté de la Durance, par le socle Prorel-Eychauda. Le sommet de Prorel est une *boutonnière*, ou si l'on veut, un brusque dôme qui correspond, trait pour trait, au dôme de Mélézein. Le Flysch de Prorel qui s'étend, à l'ouest, jusqu'aux cols de la Pisse et de Méa, correspond aux *marbres en plaquettes* de Pierre-Eyrautz et au

Flysch de Chabriller. Le premier pli, qui, nettement, soit couché vers l'ouest, c'est l'anticlinal houiller des Combes et de la Cucumelle, base de la troisième écaille. Le premier pli, qui, nettement, soit couché vers l'est, c'est celui qui court sous Notre-Dame-des-Neiges. De Prorel à l'Eychauda, c'est la zone axiale de l'éventail.

Eh bien, sur cette zone axiale, sur ce *sommet de l'éventail*, sur ce socle dont la partie haute est formée par le Flysch, repose la *quatrième écaille*, je veux dire un complexe, plissé lui-même, séparé du socle par une lame étirée où se rencontrent tous les terrains briançonnais, complexe où dominent les terrains cristallophylliens des Schistes lustrés. Cette *quatrième écaille* se prolongeait évidemment autrefois, peu ou beaucoup, au nord de la Guisanne comme au sud de la Durance. Elle est, comme je l'ai dit, *la clef de la tectonique briançonnaise* : et, qui ne l'explique pas, n'a rien expliqué.

D'où vient cette *quatrième écaille* ? De l'est, évidemment ; mais, à coup sûr, d'une région très peu éloignée, puisque la lame étirée qui sépare cette écaille du socle renferme beaucoup de Houiller non métamorphique, et que le *dernier* affleurement du Houiller non métamorphique, du côté de l'est, se trouve à Briançon. Comme M. Kilian, en 1898, a découvert à l'Alpet, près du Mont-Genèvre, des conglomérats à galets cristallins, *in situ*, identiques à ceux de l'Eychauda, et que, d'autre part, dans les mêmes parages, il y a, *in situ*, beaucoup de micaschistes et de roches vertes, je crois que la *quatrième écaille* vient de là. Elle est le résultat du *retroussement*, et après *retroussement*, du charriage vers l'ouest, des têtes des plis compris entre Briançon et le Mont-Genèvre. Le charriage vers l'ouest, pour les lambeaux que nous connaissons de la *quatrième écaille*, n'aurait, de la sorte, que quinze à vingt kilomètres d'amplitude maxima.

La déformation de l'éventail, dont le charriage de la *quatrième écaille* n'est évidemment qu'un épisode, a continué après la mise en place de cette écaille, puisque celle-ci est ondulée et *agitée* à la façon de son substratum.

Regardons maintenant encore une fois les coupes. Observons l'étonnante dissymétrie de l'éventail, le déversement si net de cet éventail vers l'ouest, la différence d'allure des plis occidentaux, si prolongés, si effilés, si laminés, et des plis orientaux, beaucoup moins aigus et beaucoup moins allongés ; remarquons en outre l'allure si curieuse des plis du Pelvoux, verticalement enracinés, et, dès qu'ils arrivent à une certaine hauteur, couchés vers l'ouest, comme par une force irrésistible ; rappelons-nous que, plus au

nord, dans la région du Mont-Joli, ces mêmes plis de la zone du Pelvoux se couchent jusqu'à l'horizontale et engendrent des nappes à long cheminement ; songeons enfin aux Préalpes et aux Brèches chablaisiennes et suisses, et à la belle synthèse des Alpes suisses si brillamment esquissée, ici même, par M. Lugeon, et cherchons à tout raccorder et à donner à l'ensemble des phénomènes une cause unique et adéquate.

Pour mon compte, je ne puis pas ne pas croire au passage, sur le Briançonnais, *après la constitution de l'éventail*, d'une masse pesante allant de l'est à l'ouest. Ce passage, ce *traînage*, pour mieux dire, me paraît nécessaire pour expliquer la déformation de l'éventail, son déversement vers l'ouest, le laminage de ses plis occidentaux, le *retroussement* de certains de ses plis orientaux et le charriage de la *quatrième écaille*, les plissements chaotiques et les étirements formidables que l'on observe dans la zone axiale, même là où il n'y a plus de témoins charriés, enfin le brusque déversement des plis du Pelvoux et leur transformation, plus au nord, en véritables nappes — nappes de Savoie et de Morcles (M. Lugeon). En particulier, j'insiste sur la nécessité du traînage d'une masse pesante pour expliquer les étirements au sommet de l'éventail : car il n'y a pas d'étirement là où les couches ne sont pas devenues plastiques, et les couches ne deviennent plastiques que lorsqu'elles sont fortement surchargées.

La masse pesante qui aurait ainsi rampé sur le Briançonnais, faisant l'office d'un traîneau écraseur, ne peut être qu'une nappe détachée de la région interne des Alpes, qu'un morceau de cette moitié des Alpes dont je disais qu'elle nous manque. De même que M. Lugeon est conduit, par la plus pénétrante des analyses, à faire venir, de cette région interne des Alpes, ses nappes supérieures (nappes des brèches jurassiques), de même je suis amené à chercher dans la partie effondrée de la Chaîne l'origine de la nappe qui a écrasé le Briançonnais. Mais la théorie de M. Lugeon est, au moins en grande partie, vérifiable, si même elle n'est pas déjà vérifiée : tandis que, dans nos Alpes dauphinoises, rien ne subsiste plus, du phénomène de traînage, que les petits lambeaux charriés de la *quatrième écaille*, et l'aspect général, *qui est bien celui d'un pays écrasé*.

Il y a cependant une confirmation, qui, si elle se produisait véritablement, comme je pense, serait singulièrement impressionnante. C'est celle qui résulterait de l'observation du passage de l'éventail *sous les nappes* des gneiss permo-carbonifères, entre le Petit-Saint-Bernard et le Cervin. Ces nappes de gneiss, dont M. Lugeon a

récemment parlé, semblent bien être des plis couchés vers le nord : et ces plis viennent du bord interne des Alpes. Dans mon hypothèse, la nappe qui aurait fait l'office de traîneau écraseur, ou bien aurait été constituée par des gneiss permo-carbonifères, ou bien aurait *roulé sous elle* des plis de ces mêmes gneiss. Dans un cas comme dans l'autre, des nappes gneissiques, ou des lames gneissiques, auraient passé sur le Briançonnais, et ces nappes ou lames correspondraient aux nappes du Simplon. Nous ne tarderons pas, sans doute, à être, sur ce point capital, parfaitement renseignés.

En tout cas, je ne vois pas d'autre hypothèse qui me satisfasse. S'il n'y avait que la dissymétrie de l'éventail et le laminage de ses plis occidentaux, et même le déversement des plis du Pelvoux, on pourrait se contenter de l'hypothèse d'un refoulement d'ensemble du versant est de l'éventail sur son versant ouest, *ce qui, dynamiquement, ne diffère pas de mon hypothèse*, et revient simplement à placer l'effort dans une zone plus profonde de l'écorce. On supprimerait ainsi les traînages superficiels à l'est de l'éventail, et il n'y aurait plus eu de nappes qu'à l'ouest de celui-ci. Mais il reste la *quatrième écaille*, et il reste aussi les étirements du sommet de l'éventail. Cela, je ne crois pas que l'on puisse en rendre compte sans admettre, à l'est de l'éventail, des traînages superficiels.

En d'autres termes, la déformation de l'éventail briançonnais résulte, évidemment, d'un refoulement intense, dirigé de l'est vers l'ouest, refoulement dont nous ignorons d'ailleurs la cause. Toute la question est de savoir si ce refoulement a atteint la zone superficielle et l'a transportée vers l'ouest, en la découpant plus ou moins et en la roulant sur elle-même ; ou bien si le refoulement n'a pas touché à la zone superficielle et l'a transportée, *d'un mouvement d'ensemble*, avec son substratum. La question ainsi posée me semble résolue [1].

Dans ma théorie, voici quelle aurait été la succession des phénomènes.

Dès la fin du Westphalien, pendant que, sur l'emplacement de Belledonne, des Grandes-Rousses et du Pelvoux, les plis hercyniens s'accentuent et s'achèvent, un géosynclinal se forme, en deçà du bord interne de la chaîne hercynienne. Le bord occidental de ce géosynclinal se déplace fréquemment. Pendant le Stéphanien, ce bord se tient à l'ouest de la région briançonnaise. Pendant le

1. Cf. la discussion, par M. Suess, de l'hypothèse de M. Holmquist sur le chevauchement scandinave (*La Face de la Terre*, trad. de M. E. de Margeric, tome III, 1re partie, p. 523 et suiv.).

Permien, le même bord se trouve beaucoup plus à l'est. Pendant le Trias, il n'y a, à proprement parler, de condition géosynclinale que dans la partie tout orientale de la zone du Piémont. Puis le géosynclinal s'élargit de nouveau vers l'ouest, reportant jusqu'à Briançon son bord occidental, et, pendant de longues périodes de siècles, les sédiments se déposent, qui sont devenus les Schistes lustrés. A l'ouest du géosynclinal, la région du Pelvoux se plisse (plis anténummulitiques). A la fin de l'Eocène, le géosynclinal se morcelle. Des plages *sublittorales* prennent naissance, non seulement dans sa partie orientale, mais aussi dans sa zone centrale : et il se forme, le long du bord occidental, un géosynclinal réduit, ayant tout au plus la moitié de la largeur du géosynclinal mésozoïque. Dans ce géosynclinal réduit s'empilent, sur 1500 ou 2000 mètres de hauteur, les sédiments du Flysch : cependant que, dans la moitié morcelée et déjà plissée, les assises profondes, soumises à un afflux de vapeurs abyssales, subissent un métamorphisme intense et se transforment en schistes cristallins.

Alors se produit une striction énergique, qui non seulement change en un faisceau serré de plis verticaux le géosynclinal, mais encore retentit sur les zones externes, déjà plissées, du Pelvoux et de Belledonne, et aussi sur les zones plus externes, avec une intensité rapidement diminuée. Cette striction façonne la zone briançonnaise en un long et large anticlinal, bordé, de part et d'autre, d'un long et large synclinal. Cet anticlinal et ces synclinaux sont, bien entendu, très complexes. Ils sont sensiblement verticaux. Les plis sont plus serrés et plus aigus à l'ouest qu'à l'est.

A la striction succède un phénomène inverse, c'est-à-dire un desserrement, une *décompression* de la région serrée, correspondant peut-être à un premier effondrement de la zone interne des Alpes. Les plis, jusque là verticaux, se couchent alors sur les zones les plus plastiques, qui sont aussi celles dont l'élasticité est minima. C'est la formation de l'éventail briançonnais. Le déversement des plis, de part et d'autre de cet éventail, était sans doute peu prononcé à la fin de cette phase.

Puis vient un refoulement intense, de l'est vers l'ouest, analogue en intensité à la striction primitive, mais agissant plus près de la surface, et décollant de son substratum une masse importante, prise dans la région interne des Alpes, je veux dire dans la région centrale de l'ancien géosynclinal. Cette masse s'avance vers l'ouest, *roulant sous elle* à l'état de plis couchés, peu à peu effilés, et transformés en *lames*, les assises, déjà plissées, sur lesquelles elle passe. Les plis orientaux de l'éventail se déversent davantage dans leurs

parties profondes — où le refoulement superficiel produit une décompression plus grande — ; dans leurs parties hautes, ils sont *retroussés* et ramenés brusquement vers l'ouest.

Le système en marche, masse supérieure, et plis retroussés qu'elle traîne et roule sous elle, arrive sur le sommet de l'éventail. Il l'écrase et, comme sa marche est lente et indécise, il déforme cette zone où l'allure était déjà hésitante, et l'allure des étages écrasés devient chaotique.

Le système en marche dépasse l'éventail. Il écrase les plis aigus qui, déjà, se couchaient vers l'ouest, et, agissant dans le sens même du déversement originel, il augmente ce déversement. Entre le substratum granitique inébranlable (Pelvoux) et le *traîneau écraseur*, dont le poids est énorme, les plis occidentaux de l'éventail subissent un *véritable laminage* et deviennent un paquet d'écailles, longuement déplacées les unes sur les autres.

Le Pelvoux, qui est depuis longtemps déjà une région surélevée, oppose au système en marche une barrière. Mais cette barrière est insuffisante. Ici, elle se brise ; là, elle est surmontée. Les parties hautes des plis du Pelvoux se couchent à leur tour sous l'effort du traîneau, qui, toujours, s'avance. Et il y a maintenant, sous le traîneau, des *nappes* de toute nature, fragmentées, laminées et amincies : les unes de gneiss permo-carbonifères, les autres de Schistes lustrés, d'autres de terrains briançonnais, les plus basses, enfin, de terrains du Pelvoux.

Une dernière barrière se dresse, et c'est la longue voûte qui est devenue la chaîne de Belledonne. Elle résiste à l'effort, au moins partiellement, de même qu'elle a résisté, au moins partiellement, à la striction primitive. Et là d'ailleurs, le traîneau s'arrête, et avec lui s'arrêtent les nappes qu'il charrie. Les plis du bord subalpin gardent l'allure *hésitante* qu'ils ont prise après la décompression. La région marginale de Belledonne, où l'on constate les derniers phénomènes d'écrasement et d'intense étirement, correspond à la position extrême du front des nappes. Elles n'iront pas plus loin.

Telle est, pour moi, l'histoire de nos Alpes, et je crois bien aussi l'histoire de toute la chaîne alpine, et de toute chaîne. Les grands charriages que je préconisais en 1899 — et dont avaient parlé, avant moi, M. Marcel Bertrand et MM. Schardt et Lugeon — ces grands charriages ont certainement existé, plus ou moins étendus, dans toute la région des Alpes. Seulement, en 1899, je considérais comme charriées les zones *actuelles* des Schistes lustrés et du Briançonnais : au lieu que ces zones sont, en réalité, autochtones,

et que le système charrié, le traîneau écraseur, est passé *au-dessus d'elles*. Je n'ai fait que déplacer le niveau de l'effort de refoulement, et celui des décollements superficiels que cet effort a dû produire.

On objecte l'ampleur de l'hypothèse. Mais ce sont les phénomènes qui sont amples, ou plutôt c'est notre échelle, à nous autres hommes, qui est petite et mesquine. Il est impossible d'expliquer les coupes des Alpes, aussi bien des Alpes franco-italiennes que des Alpes italo-suisses, sans mettre en jeu des efforts gigantesques et d'immenses déplacements horizontaux. Personne ne croit plus, aujourd'hui, que des plis couchés superposés, comme ceux du Mont-Joli, ou comme ceux des Alpes calcaires de la Suisse, se soient formés à la surface du sol. Mais alors, si les plis couchés se sont formés en profondeur, c'est qu'il y a eu, au-dessus de la surface actuelle, dans ces mêmes régions, d'énormes épaisseurs d'assises, et que les étages voisins de l'ancienne surface subissaient une translation d'ensemble. Je ne pense pas que l'on puisse se soustraire à cette conclusion. Et cette conclusion, qui est toute la théorie exposée, il y a trois ans, par M. Marcel Bertrand, contient en germe toutes mes idées sur l'histoire des Alpes.

M. Lugeon, qui, *le premier après M. Schardt*, a parlé des étages superficiels animés d'un mouvement de translation, semble, dans son dernier mémoire — si beau, d'ailleurs, et si plein de faits nouveaux et de raisons décisives —, avoir abandonné cette idée maîtresse. S'il l'a réellement abandonnée, je crois que c'est à tort. Sans doute, les nappes, en général, comme il le dit, se sont déroulées sans se séparer de leurs racines. Mais ces nappes, qui sont des plis couchés, ne sont pas *la vraie nappe*, celle que j'ai appelée le traîneau écraseur. Ce sont des plis *roulés sous la véritable nappe*, et emportés ainsi dans la translation de celle-ci. Et c'est parce qu'il y a, sur ces plis, un traîneau qui les roule, que l'on voit toujours, comme l'a fortement établi M. Lugeon, le pli d'origine plus lointaine passer sur le pli précédent et aller plus loin que lui. Les vagues *déferlent*, sur la côte ; mais parce que le vent les chasse et les roule. Le traîneau écraseur a fait, sur les vagues de pierre de la chaîne alpine, l'office du vent.

On objecte encore que, les Alpes ayant, du Mercantour au Saint-Gothard, une forme courbe, concave vers l'Italie, les terrains de la région interne n'ont pu s'épancher à la fois, vers l'extérieur, par dessus toute la chaîne. Mais d'abord, il est très possible que les nappes aient été discontinues, et il semble bien, en tout cas, à la seule inspection de mes quatre coupes, que, dans les Alpes franco-italiennes, les masses charriées aient, d'un profil à l'autre, varié

considérablement de poids. Et ensuite, ce n'est pas à la même partie de la région interne qu'ont été empruntées les masses charriées. Une seule chose est commune, dans le phénomène des charriages alpins — je dis commune et je ne dis pas simultanée —, c'est la direction de l'effort de refoulement. Sous l'influence de cet effort, dirigé du sud vers le nord, les terrains de la région interne sont poussés vers l'ancien *Vorland*. Et ces terrains *tendent* partout à s'avancer sur l'ancien *Vorland*; de même que, pressée par la marée montante, *sur tout le pourtour* des golfes et des estuaires, la mer marche à l'assaut des côtes.

Nos controverses sur l'orogénie, depuis la publication de ce livre admirable qu'est l'*Antlitz der Erde*, ne sont plus guère que des querelles de mots. Ceux qui ne veulent pas admettre les grands charriages acceptent cependant les gigantesques refoulements, qu'ils relèguent seulement dans la profondeur. Chacun sait que les Alpes sont plissées, et même que les plis y sont très aigus et très multipliés, et donc que les terrains alpins ont couvert autrefois une surface bien plus grande qu'aujourd'hui. Tout le monde admettra que le resserrement de la zone alpine est d'au moins 150 kilomètres. Mais si le resserrement est, dans son ensemble, de 150 kilomètres, il suffit qu'il n'ait pas été le même à toute hauteur pour qu'il y ait des déplacements horizontaux, des plis couchés et des charriages. Et ce dont il faudrait s'étonner, ce serait qu'il n'y eût pas de semblables déplacements et que le resserrement eût été uniforme.

Sous nos hypothèses, et derrière toutes nos controverses, se cache tant d'inconnu, et même tant d'inconnaissable, qu'il serait puéril de pousser plus avant la discussion. Des travaux géologiques exécutés dans les Alpes franco-italiennes depuis une douzaine d'années, il reste, heureusement, autre chose que des hypothèses ; il reste que bien des phénomènes sont mieux connus, et qu'une des contrées les plus compliquées et les plus curieuses de la *stratosphère* a livré une grande partie des secrets de sa structure. Je serais largement récompensé de mes efforts, si, par ces quelques pages et ces quatre coupes, j'avais pu encourager les géologues de tous les pays à lire, ou à relire, les articles, les mémoires et les cartes où nous avons, mes collègues et moi, résumé toutes nos observations ; et si j'avais pu leur inspirer le désir de visiter le Briançonnais, le Pelvoux, la Vanoise, les hautes vallées piémontaises, toutes ces Alpes méridionales, si variées d'aspect, souvent si fières d'allure, toujours si douces à parcourir dans la gloire des jours d'été.

M. **Léon Janet**, tout en admirant l'ingéniosité des théories développées par M. Termier pour expliquer la structure de ces régions alpines, à l'exploration desquelles il se consacre tout entier depuis tant d'années, demande s'il ne serait pas possible de se contenter d'hypothèses plus simples. Dans le Briançonnais, les lambeaux de ces nappes de charriage sont-ils assez nombreux pour permettre de suivre les mouvements de ces écailles successives ? Ces charriages ont-ils été des phénomènes relativement brusques, ou au contraire ont-ils été très lents ?

M. **Boistel** a cru comprendre d'après l'exposé de M. Termier que, suivant lui, le fait du recouvrement serait général dans les Alpes suisses et françaises et s'étendrait notamment entre le Chablais et le Briançonnais. Une objection grave lui paraît devoir être faite contre cette manière de voir. Les Alpes décrivant un quart de cercle dans cette région, il faudrait que les nappes de recouvrement fussent toutes parties du centre ou du voisinage du centre de ce quart de cercle, et elles auraient dû, vers sa circonférence, occuper une surface horizontale plusieurs fois plus grande qu'à leur point de départ. Il comprendrait mieux deux lames divergentes poussées l'une vers le Chablais et les parties plus orientales, où la chaîne est à peu près rectiligne, l'autre vers le Briançonnais, avec un angle vide, ou à peu près, entre les deux lames.

M. **Dollfus** demande quelle distance minimum sépare le lambeau de charriage le plus rapproché des Schistes lustrés positivement en place.

M. **Termier** répond que cette distance est d'une vingtaine de kilomètres.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU CALCAIRE CARBONIFÈRE DANS LE TOURNAISIS

par M. G. DELÉPINE.

Au cours d'études faites sur le calcaire carbonifère, j'ai pu relever dans le Tournaisis les faits suivants.

Le Calcaire carbonifère est généralement recouvert au sud de Tournai par quelques mètres d'argiles ferrugineuses provenant de l'altération des calcaires, ou bien par des *tourtias* que l'on voit plus ou moins développés sur la rive gauche de l'Escaut. Les nombreuses carrières ouvertes sur les deux rives de l'Escaut ont mis le calcaire à découvert et permettent de le suivre, avec quelques interruptions, sur une longueur de près de 6 kil. Voici les caractères généraux de ces formations au point de vue stratigraphique, pétrographique et paléontologique :

I. **Caractères stratigraphiques.** — Dans l'ensemble, les couches sont inclinées vers le sud, mais en relevant le pendage dans chacune des carrières, on constate que l'inclinaison, loin d'être régulière, varie beaucoup d'un endroit à l'autre. On remarque aussi que ces différences sont en relation avec l'existence de failles dont plusieurs sont orientées de l'ouest à l'est et d'autres du nord-ouest au sud-est. Ces failles sont accompagnées de brèches et de stries de glissement ; certaines stries sont dirigées dans le sens des failles, d'autres sont parallèles à la direction des bancs : ce qui indique qu'il y a eu des déplacements dans le sens vertical et des glissements dans le sens même des bancs. Au contact des failles, le calcaire est toujours parcouru par de nombreuses veines de calcite ; parfois il est devenu saccharoïde. — Il existe aussi de nombreuses fentes qui paraissent en relation avec les failles et présentent les mêmes directions. Le long de ces fentes, il s'est produit des infiltrations et la pierre est décalcifiée suivant des zones verticales que les ouvriers appellent des *coupes*. Parfois, ces couches d'argiles sont inclinées et affaissées ; ailleurs la régularité des bancs n'est pas altérée au niveau des *coupes* et le calcaire passe insensiblement à une argile compacte, parfois grise, souvent ferrugineuse et de couleur ocreuse ou bien très noire, et, dans ce dernier cas, les carriers la désignent sous le nom de *pierre pourrie*. Dans

ces argiles, on trouve les fossiles les plus nombreux et les mieux conservés, car souvent ils y sont silicifiés.

En résumé, lorsqu'on va du nord au sud dans le Tournaisis, on reconnaît qu'une série de failles recoupent les formations carbonifères et les partagent en plusieurs compartiments qui ont joué les uns par rapport aux autres. La fig. 1 reproduit d'une façon schématique cette disposition, en exagérant un peu le pendage des couches et sans tenir compte du plongement des failles, qui est variable.

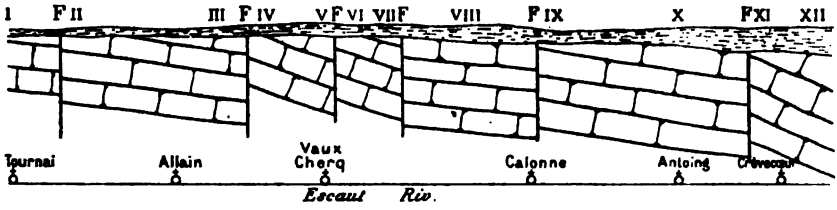


Fig. 1. — Schéma général de l'allure des couches du Carbonifère dans le Tournaisis. — Echelle 1/50.000.

I, II, III, etc., Carrières principales ; F, Failles.

II. **Caractères pétrographiques.** — A ce point de vue, il existe dans le Tournaisis, deux sortes de formations, dont la différence est nettement tranchée : les *calcschistes* et les *calcaires*.

Les *calcschistes* sont constitués par des bancs minces d'un calcaire argileux alternant avec de petits lits de schistes. Ces calcschistes se montrent en deux endroits : au nord près de Tournai, au sud près d'Antoing. Les carrières qui les montrent le mieux sont : au nord, celles d'Allain (fig. 1, I à IV) et de Pont-à-Rieux (fig. 1, V) ; au sud, celle de Crèvecœur (XII). Une coupe de la carrière III [1] permet de voir que les calcschistes de la partie inférieure (fig. 2, A) sont surmontés de quelques bancs plus épais (B) d'un calcaire plus compact, où les schistes intercalés perdent beaucoup de leur importance ; ces superpositions se retrouvent avec quelques variations d'épaisseur dans les carrières voisines (II et IV) ; la disposition est un peu différente aux carrières de Pont-à-Rieux et à celle de Crèvecœur.

Dans toute la zone intermédiaire, entre Vaux et Antoing, les formations carbonifères sont représentées par des *calcaires* compacts et durs qui se succèdent en bancs épais sans qu'il y ait généralement interposition de schistes. On les observe surtout dans les

1. Cette carrière est la propriété de M. Delwarte, de Tournai.

carrières ouvertes sur la rive gauche de l'Escaut, entre Chercq et Calonne, jusqu'au voisinage de Bruyelles (fig. 1, VII à X).

Le fait important, c'est la présence, très fréquente dans ces calcaires, de *phtanites* qui apparaissent sous forme de nodules alignés parallèlement à la direction des bancs ; ces cordons phtaniteux se superposent parfois dans une série de bancs sur des épaisseurs de 2 à 4 et même 6 mètres.

Il semble donc qu'on ne peut désigner sous le nom de *calcschistes* toutes les formations carbonifères du Tournaisis, puisque dans une grande partie de cette région, ces formations sont des *calcaires à phtanites*.

III. **Caractères paléontologiques**. — Les *calcschistes* sont très fossilifères.

Au nord, près de Tournai (fig. 1, I-IV), on y rencontre surtout deux niveaux : l'un inférieur, où les Brachiopodes sont très nombreux et de grande taille (fig. 2, A). Voici les espèces qui y sont le plus abondamment représentées :

Spirifer tornacensis de Kon.
— *cinctus* Kayserl.
— *distans* Sow.
Spiriferina laminosa Mc Coy.
Orthis Michelini Lev.
Strophonema analoga Phill.
Streptorynchus crenistria Phill.
Athyris Roissyi Lev.
— *lamellosa* Lev.
Chonetes variolata de Kon.

auxquelles il faut ajouter

Productus Flemingi Sow.
Productus pustulosus Phill.

moins nombreux que les espèces précédentes et

Productus semireticulatus Sow.
Orthis resupinata Martin.
Philippsia gemmulifera Phill.

qui paraissent beaucoup plus rares ; enfin des Polypiers, *Michelinia favosa* Goldf., se montrent fréquemment en place à la partie supérieure des bancs.

Un second niveau, supérieur (fig. 2, B, C, D), renferme les mêmes fossiles, mais deux particularités y sont à noter :

1° Les Brachiopodes ont presque toujours une taille moins grande que dans les calcschistes inférieurs ;

2° Il existe vers le milieu de cette zone supérieure un niveau marqué par l'abondance extraordinaire de *Philippsia gemmulifera* Phill.

M. Bourgeat et moi avons trouvé ce niveau à *Philippsia* d'abord

dans la carrière Delwarte (III), en examinant des argiles à la hauteur d'une de ces *coupes* dont j'ai parlé plus haut. Depuis, j'ai retrouvé et suivi le même niveau aux carrières II et IV. Voici quelques remarques sur la faune qui accompagne ces *Philippsia* : 1° les Brachiopodes semblent peu nombreux et sont de très petite taille, sauf *Spiriferina laminosa*, *Chonetes variolata* et *Orthis Michelini* ; 2° par contre, les Bryozoaires sont accumulés à ce niveau ; ce sont surtout des Fenestellides ; 3° il y a beaucoup de débris de Lamellibranches ; j'ai pu reconnaître :

Conocardium herculeum de Kon.
Aviculopecten exquisitus de Kon.
Edmondia.
Parallelodon.

Vers l'ouest, aux carrières de Pont-à-Rieux, je n'ai pas retrouvé ce niveau à *Philippsia* ; par contre, *Michelinia favosa* Goldf. y est très abondant, accompagné de Bryozoaires (Fenestellides et *Calamopora* de Kon.) et certains bancs renferment des *Productus* en nombre considérable : *Prod. Flemingi* Sow. couvre entièrement certaines surfaces de bancs. En outre, voici la liste de quelques espèces trouvées dans les calcschistes de ces carrières et qui complètent la série donnée plus haut :

Spirifer Rœmerianus de Kon.
Spiriferina cristata, var. *octoplicata* Dav.
Athyris planosulcata Phill.
— *Levellei* de Kon.
Productus margaritaceus Phill.
— *punctatus* Martin (rare).
Chonetes Buchiana Dav.
Loxonema Lefebvrei Lev.
Phymatifer tuberosus de Kon.
Edmondia ovata de Kon.
Sanguinolites.
Zaphrentis cornucopiæ Mich. (très abondant).

Au sud, aux carrières de Crèvecœur (XII), il y a deux niveaux fossilifères dans les calcschistes : l'un avec Brachiopodes de grande taille, *Strophomena*, *Athyris*, *Spirifer cinctus* Keyserl. ; *Spirifer tornacensis* de Kon. paraît moins fréquent que dans les carrières du nord (I-IV) ; l'autre niveau, à *Michelinia favosa* Goldf. abondant, avec sa faune de *Fenestella* et *Calamopora*. Je n'ai pas encore retrouvé à Crèvecœur le niveau à *Philippsia*.

Dans les *calcaires à phtanites* (carr. VIII-IX-X) on n'a trouvé jusqu'ici que très peu de fossiles ; j'y ai recueilli quelques *Productus* et un Nautile, près de Chercq (carr. VII). Cependant, des carrières situées dans cette zone (fig. 1, VI), mais sur la rive droite de l'Escaut, renferment quelques niveaux fossilifères ; je me borne pour le moment à signaler leur existence.

En résumé, voici les données générales que fournit une coupe menée du nord au sud à travers les formations carbonifères du Tournaisis : deux bandes de *calcschistes fossilifères*, l'une au nord, l'autre au sud, encadrent des *calcaires à phtanites* ; le tout est recoupé par des failles dont la direction générale est ouest-est.

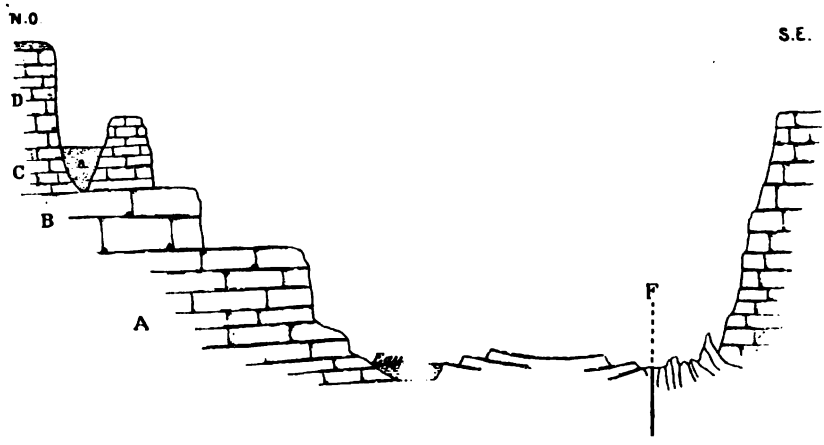


Fig. 2. — Coupe de la carrière III (carrière Delwarte, Allain).
Long. 300 m.; haut. 25 m.

D, Calcschistes supérieurs ; C, Niveau où les *Philippsia* abondent, en *a* une poche d'argile ; B, Bancs plus épais avec peu de schistes ; A, Calcschistes très fossilifères avec lits de schistes très marqués.

J'essaierai, dans une prochaine communication, de déterminer dans quelle mesure les compartiments ont joué les uns par rapport aux autres et de montrer les relations qui existent entre les calcschistes et les calcaires à phtanites.

NOTICE GÉOLOGIQUE

SUR LES

RICHESSES MINÉRALES DE LA BOUKHARIE ET DU TURKESTAN

par M. E.-D. LEVAT.

(PLANCHE XIV).

Les indications qui suivent sont le résultat d'un voyage d'une durée totale de quatre mois, que j'ai exécuté en Asie centrale pendant le premier semestre de l'année 1902. Grâce aux facilités que m'a procurées la mission dont j'étais chargé par M. le Ministre de l'Instruction publique et à l'appui que m'ont donné les autorités russes, j'ai pu me procurer facilement les moyens de transport nécessaires à notre expédition et parcourir assez rapidement les régions qui ne présentaient pas d'intérêt immédiat pour nos travaux.

Les documents géologiques sur les pays que j'étais chargé d'étudier se réduisent à peu de chose. La carte géologique de Romanoff et Mouchketoff, qui constitue un véritable monument de travail et d'efforts personnels, ne donne des indications précises que pour le versant nord des monts Alai et en particulier pour la riche vallée du Ferganah. La région comprise entre les monts Alai et l'Amou-Daria n'a pas été l'objet de visites personnelles de la part des deux géologues précités.

En 1898, le Dr Albrecht von Krafft a exécuté un court voyage dans la région des conglomérats aurifères du Darvaz et donné un compte rendu de ses travaux à l'Académie impériale des Sciences de Vienne [1]. C'est, à ma connaissance, la seule publication géologique qui ait paru sur la Boukharie. Dans un aussi court laps de temps, le Dr Krafft ne pouvait parcourir qu'une zone assez limitée et il n'a pas pu franchir la chaîne des monts Alai, qui comporte la traversée de glaciers à plus de 4.000 mètres d'altitude.

Ce travail m'a été cependant d'une utilité très grande, en me

1. Dr Albrecht von KRAFFT. Geologische Ergebnisse einer Reise durch das Chanat Bokhara. *Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss.*, vol. LXX, p. 49-72, 6 pl., 4 fig. Vienne, 1900.

permettant de raccorder mes tracés avec ceux de Krafft et en me fournissant des termes de comparaison entre les étages équivalents de l'un et l'autre côté de l'Alai.

On connaissait l'existence, dans la vallée de l'Amou-Daria — aussi bien sur la rive gauche de ce grand fleuve, qui appartient à la Boukharie, pays de protectorat russe, que sur la rive droite, territoire Afghan — des formations crétacées et tertiaires très développées. Les travaux des explorateurs russes, français (Bonvalot), anglais et autres signalaient la présence de terrains cristallins constituant l'ossature du puissant massif des Pamir, ce « toit du Monde », dont la chaîne de l'Alai et ses dérivés, celle de Pierre-le-Grand, celles du Zarafchan et du Turkestan, constituent le prolongement vers l'ouest. La limite entre ces terrains cristallins et les sédimentaires récents restait à fixer. Enfin toutes ces crêtes neigeuses ont donné lieu à des manifestations de phénomènes glaciaires qui durent encore à l'heure actuelle, mais avec une intensité infiniment moindre qu'à l'époque où la mer tertiaire occupait toute la dépression aralo-caspienne. Il y a eu évidemment une relation étroite entre le développement des phénomènes glaciaires et la présence, au pied du massif élevé et froid des Pamirs, d'une vaste nappe d'eau. On sait que ce sont en effet les conditions favorables à l'existence des grands manteaux de glaciers dont on suit de nos jours les traces et les limites, grâce aux témoins par eux laissés sur le sol et sur les parois des anciens couloirs.

J'avais déjà connaissance des conglomérats tertiaires du Darvaz, ainsi que des gisements de pétrole et de charbon du Turkestan, contenus dans le Crétacé. Je résolus en conséquence d'étudier spécialement ces deux terrains, de reconnaître leurs limites sur les deux versants de l'Alai et de me rendre compte des conditions dans lesquelles on y trouve les gisements économiquement utilisables que je viens d'indiquer.

A des titres divers, les exploitations aurifères de la Boukharie et les mines de charbon et de pétrole du Turkestan présentent un intérêt capital et immédiat. En ce qui concerne celles-là, le gouvernement russe y voit, à juste raison, un puissant moyen de civilisation rapide et de russification d'un pays qui n'est entré que depuis peu de temps dans le sein de l'Empire, sous forme d'un protectorat mitigé.

Quant aux gisements de pétrole et de charbon du Turkestan, on peut dire qu'aucune question ne présente en ce moment un intérêt plus vital pour le développement du Turkestan. Le réseau des chemins de fer aboutissant à la Caspienne présente déjà une

longueur totale de plus de 2.410 verstes (2.569 kilomètres). Il va se trouver presque doublé dès que la ligne d'Orenbourg à Tachkent (2.300 kilomètres) aura été livrée à la circulation, ce qui aura lieu, selon toute probabilité, dans le courant de l'année 1904. Tout ce vaste réseau ne dispose, pour le chauffage des machines, que du « mazout » (résidus de pétrole) de Bakou, et ce combustible, malgré son pouvoir calorifique élevé, finit par coûter très cher une fois rendu sur les points de consommation. De plus, la nécessité de son transport, avant toute autre marchandise, diminue considérablement la capacité de débit de la ligne, déjà insuffisante pour les besoins rapidement croissants du pays.

Ajoutons à ce premier élément les besoins de la population, russe et indigène, qui n'a, pour se chauffer pendant les froids très vifs de l'hiver, que du bois de broussailles, arraché des collines déjà lamentablement dénudées par ces exploitations interdites, en principe, mais forcément tolérées par humanité et qui ne pourront être réellement supprimées que lorsqu'il sera possible de se procurer des combustibles minéraux.

La dénudation des montagnes par l'exploitation abusive des bois et par la vaine pâture intempestive est plus nuisible au Turkestan que dans tout autre pays agricole. Sous le climat extrême de l'Asie centrale, les cultures non arrosées n'existent pour ainsi dire pas et seule l'étroite bordure située au pied des montagnes, utilisant les maigres cours d'eau qui en descendent, forme un contraste frappant avec les déserts environnants depuis la Caspienne jusqu'à l'Amou-Daria. Au delà de Samarcande, les oasis, qui étaient l'exception, deviennent la règle, grâce aux rivières descendant de la chaîne de l'Alai, qui donnent leurs eaux précieuses, juste au moment des fortes chaleurs. La conservation des glaciers, réservoirs solides et gratuits, est donc d'un immense intérêt pour l'avenir de ces régions et j'ai acquis la conviction, en étudiant le régime actuel des glaciers de l'Alai, qu'ils sont dans une période de rapide décroissance, qui s'explique par la rareté de plus en plus grande des pluies et par le déboisement sauvage des montagnes.

Itinéraire de la mission. — Le départ a eu lieu de Tchardjouy, ville située sur l'Amou-Daria juste à la tête du fameux pont construit en bois par Annenkoff au moment de la création de la ligne transcaspienne, remplacé aujourd'hui par un pont métallique de 1.500 mètres de longueur. Il a fallu au préalable fixer le cours du fleuve, au moyen de digues submersibles qui obligent le cours d'eau à creuser son lit mineur.

Les divagations du grand fleuve de l'Asie centrale s'expliquent par la simple inspection de ses eaux. Elles contiennent pendant toute la saison estivale, de mai à octobre, une moyenne de *trois grammes de limon par litre*. La plupart de ses affluents ont un régime torrentiel et ils coulent en majeure partie dans des terrains tendres, marnes et gypses du Crétacé, loess, alluvions, qui couvrent des espaces considérables dans le bassin supérieur, et qu'aucune végétation ne protège contre les érosions des agents naturels.

Ce sont ces dépôts qui ont formé les déserts salés de la dépression aralo-caspienne et comblé peu à peu la mer d'Aral, qui n'est plus qu'une nappe d'eau sans profondeur. Ils se continuent avec les mêmes caractères sur les deux rives de l'Amou-Daria, en amont de Tchardjouy, sur plus de 400 kilomètres, formant des déserts de sables et d'argiles, qu'un mince rideau de jungles, poussant sur les bords immédiats du fleuve, n'arrive pas à cacher.

Tous ces limons sont excessivement fertiles et demandent seulement de l'eau pour se dessaler et se couvrir de riches récoltes. On fait involontairement le rapprochement avec l'Egypte en traversant ces contrées : même aspect général, même nécessité de l'eau comme facteur indispensable à la vie végétale, même cultures irriguées, coton, etc. Même apparence des habitations, construites aussi en pisé avec ce limon fluvial, source de tout bien-être.

A partir de Patta Guissar, limite de la navigation à vapeur pour la flottille des petits avisos de guerre, à fond plat, qui assure ce service, on commence à voyager par la voie de terre. On suit la rive gauche de l'Amou-Daria, mais la formation géologique est la même sur la rive afghane. On aperçoit, dans le lointain, les collines crétacées, sur lesquelles est construite la forteresse afghane de Mazar-i-Shérif, en face du camp retranché russe de Patta Guissar.

Au fur et à mesure qu'on remonte, les terrasses de loess se développent et donnent au pays un faciès caractéristique. Ces terrains, nommés « terres jaunes » par les Sartes, sont d'une fertilité extrême, dès qu'ils sont arrosés. Privés d'eau, ils se couvrent d'efflorescences salines et de sulfate de chaux. Le principal faciès du Crétacé en Boukharie consistant en marnes salifères, alternant avec des bancs de gypse : il en résulte que toutes les eaux qui coulent à travers ce bassin sont plus ou moins chargées de chlorure de sodium et de sulfate de chaux.

A Saraï notre expédition quittait le grand fleuve pour se diriger vers le nord. Après avoir franchi au-delà de Kouliab la limite des loess en bordure sur la plaine de l'Amou-Daria, on entre dans la formation tertiaire représentée par des grès à grains plus ou moins

fins et où abondent les empreintes végétales. Ces grès, peu plissés dans le voisinage de Dagana, s'infléchissent au-delà et forment un double anticlinal ayant son axe dirigé N.E.-S.O., c'est-à-dire parallèlement à la chaîne du Darvaz.

Les grès passent insensiblement aux poudingues à petits éléments dans lesquels on distingue déjà nettement les diorites vertes et les roches cristallines qui dénoncent leur origine. Au fur et à mesure qu'on s'élève dans cette formation, les dimensions de cailloux formant ces poudingues augmentent; ils alternent toujours avec les grès, mais ces derniers tendent à disparaître. Enfin, à partir de Saripoul, apparaît le couronnement de la série, sous forme d'immenses dépôts de conglomérats, présentant des variations de dureté assez notables auxquelles est dû le faciès ruiniforme tout-à-fait imposant de cette contrée.

La principale masse de ces conglomérats s'appuie sur le versant ouest de la chaîne du Darvaz, mais elle comporte aussi deux autres petits bassins entièrement séparés, à savoir, à l'est, celui de Ravno, reconnu et décrit par Krafft dans son mémoire précité, et à l'ouest celui de Obi-Sanghi-Khergow, que j'ai délimité moi-même pendant mon séjour sur les lieux. Ce dernier, de forme elliptique, dont je donne plus loin une coupe axiale (fig. 1), est tout-à-fait concluant au point de vue de la succession des grès et des poudingues, couronnés par les conglomérats. La coupe est caractéristique à ce point de vue.

La masse principale des conglomérats se présente sous une forme allongée, dans le sens N.E.-S.O., et se termine vers le sud par une sorte de boucle arrondie, descendant à peu près à la hauteur du parallèle de Kouliab. Vers le nord-est, la limite n'a pas encore été fixée. Je sais seulement que le bassin du Yak-Sou est creusé dans des conglomérats identiques, mais je ne suis pas en mesure d'affirmer qu'il n'existe pas entre ce bassin et les couches de Saripoul une solution de continuité.

Je me suis livré à une étude détaillée de ces conglomérats, qui présentent un intérêt spécial à cause de l'existence dans leur sein de petites quantités d'or, qui paraissent y être assez uniformément réparties. La concentration du métal précieux s'est produite ultérieurement par le phénomène bien connu de l'enrichissement des thalwegs, et on conçoit dès lors, vu les énormes érosions qui se sont produites dans ces terrains friables et non homogènes, qu'il puisse exister, comme je l'ai constaté, des teneurs en métal précieux parfaitement exploitables avec profit au moyen d'appareils mécaniques, dans les thalwegs et sur les bords des cours d'eau actuels

qui sillonnent cette région de la Boukharie. Des nuées d'orpailleurs y travaillent d'ailleurs de temps immémorial avec leurs instruments typiques : batées, courts sluices, etc.

L'origine glaciaire de ces conglomérats me paraît bien établie par les considérations suivantes :

La très grande majorité des cailloux composant les conglomérats sont originaires du Pamir et non de la chaîne bordière du Darvaz. La destruction littorale des roches par les eaux de la mer tertiaire ne permettrait donc pas d'expliquer cette constitution. Mais il y a plus. J'ai observé dans la proportion des cailloux qui entrent dans la constitution des conglomérats des différences profondes. En voici deux exemples typiques :

Conglomérats d'Obi-Sanghi-Khergow		Conglomérats de Talbar (Vallée du Yak-Sou)	
Roches acides	65 %	Roches acides	36 %
» basiques	23 1/3	» basiques	30
» porphyriques	9	» porphyriques	15
» sédimentaires, grès éocène, calcaire	2 2/3	Calcaire à Fusulines	19
	100		100

La chaîne du Darvaz est formée en effet en partie, comme l'a montré von Krafft, par des calcaires de l'époque carbonifère, dont il reste de nombreux débris dans les moraines qui ont raboté ces surfaces. Les cailloux qui ont formé les conglomérats de Obi-Sanghi-Khergow ont dû passer par un autre estuaire placé plus au nord, sur le cours actuel de la Varche. Lorsque l'étude des conglomérats du Mouk-Sou aura été faite, cette question d'origine pourra être mieux établie encore.

Les conglomérats de la Boukharie orientale contiennent de nombreux témoins de leur origine, sous forme de blocs erratiques, généralement constitués par du granite, qui se rencontrent dans leur sein avec les arêtes vives et les stries caractéristiques de leur origine glaciaire. En fait, ces dépôts ne sont autre chose que les moraines littorales du massif du Pamir, à l'époque où les eaux de la dépression aralo-caspienne venaient baigner le pied de ce massif montagneux. Il y avait là une sorte de grand golfe, séparé de la dépression du Ferganah par la crête des monts Alai, chaîne qui est formée aussi, comme je vais le dire tout-à-l'heure, de terrains cristallins. Les conditions essentielles pour l'existence de grands glaciers se trouvaient ainsi remplies : voisinage immédiat de la mer, grandes

et hautes montagnes sur lesquelles les chutes de neige, beaucoup plus abondantes que de nos jours, amenaient, par le processus ordinaire, le rabotage des fonds par l'écoulement des glaciers vers le littoral, enfin le dépôt et le nivellement par les eaux des moraines littorales. Les débris plus fins, sables et argiles entraînés au large se transformèrent, en eaux profondes, en poudingues à petits éléments, en grès et en marnes.

La puissance de ces conglomérats est considérable, car on les suit jusqu'au sommet du mont Kazret-i-shah (4.000 m. d'altitude), or ils commencent à apparaître vers la cote 2.000 en assises horizontales ou voisines de l'horizontale et deviennent très redressés sur les crêtes, ce qui donnerait, pour l'épaisseur totale de ces dépôts détritiques, un chiffre voisin de 1.500 m.

On remarquera la forte proportion de roches basiques et de roches vertes dans les cailloux constitutifs de ces poudingues. Rien d'étonnant par conséquent, étant donnée l'association constante des diorites avec les venues aurifères, de trouver dans tous ces conglomérats de petites quantités d'or. Le métal précieux se rencontre à l'état de paillettes aplaties, généralement assez petites. Des pépites de 20 à 30 gr. sont une rareté dans le pays.

Après avoir terminé cette première reconnaissance, la mission passait dans le bassin du Yak-Sou et remontait ce cours d'eau, en passant par Saripoul et par Talbar, village en amont duquel le Yak-Sou prend le nom de Talbar-Sou. Elle examinait successivement les travaux des Sartes orpailleurs, tant à ciel ouvert que souterrains. Ces derniers, munis d'un écoulement souterrain appelé « moura », sont réellement dignes de remarque. Ils témoignent en même temps d'une témérité extrême (car tous ces travaux s'exécutent au milieu de graviers faciles à ébouler et sans aucun soutènement) et ensuite d'une connaissance parfaite de l'enrichissement des graviers en profondeur. Aussi ces travaux nous ont-ils été d'une très grande utilité pour déterminer la teneur des alluvions aurifères en profondeur, sans avoir besoin de nous livrer nous-mêmes à des travaux nouveaux.

C'est, en effet, au-dessous du niveau actuel des rivières que se rencontrent les gisements aurifères ayant une valeur réelle. Tout ce qui se trouvait au-dessus de ce niveau, dans des conditions par conséquent faciles pour les orpailleurs indigènes, a été déjà travaillé plusieurs fois et il ne reste rien à en tirer pour l'industrie moderne, même munie de moyens perfectionnés.

Il en est d'autant plus ainsi que ces travaux sartes ont été précédés par ceux des Mongols, dont l'influence sur les procédés d'extraction

employés par les Sartes, est bien visible pour quiconque possède la connaissance des méthodes chinoises et coréennes d'exploitation de l'or.

La mission a visité aussi les travaux d'exploitation d'or entrepris depuis quelques années dans la vallée du Safet-Daria par M. l'ingénieur Pakorski. Bien que ces travaux n'aient pas atteint le bed-rock, c'est-à-dire la partie la plus riche du gisement, ils suffisent pour confirmer ce que les travaux sartes avaient déjà indiqué, à savoir, que les gisements aurifères de la Boukharie orientale sont constitués par des dépôts très épais, allant jusqu'à 7 et 8 sagènes de puissance (14 m. 50 à 17 m.) de graviers aurifères, dont la richesse, en général assez faible à la surface, atteint son maximum au contact du bed-rock, où des teneurs très rémunératrices ont été mises en évidence par les travaux exécutés en profondeur, tant par les anciens que par les exploitants modernes.

Ces graviers ont été formés eux-mêmes par la concentration, dans le thalweg des vallées d'érosion, des petites quantités d'or contenues dans les conglomérats primitifs. L'intensité de ces actions ne peut être comprise qu'après qu'on a vu le pays. Les photographies prises sur place, même les plus pittoresques et les plus grandioses, ne sont qu'un pâle reflet de la réalité. Il faut avoir vu ces monuments, ces cathédrales empilées les unes sur les autres, ces fines aiguilles, témoins des portions durcies du conglomérat, ayant résisté aux injures du temps, pour comprendre la grandeur du spectacle. Le moindre orage, succédant à un temps sec, provoque de toutes parts des avalanches de cailloux qui ne sont pas sans danger ; nous en avons fait personnellement l'expérience.

C'est par ce lent processus que l'or s'est concentré et se concentre encore dans les vallées actuelles, après avoir été convoyé, sur de grandes distances, par les glaciers. En témoignage de ces puissants efforts d'entraînement, l'or de la Boukharie est uniformément aplati en lentilles ou en plaquettes, de dimensions généralement restreintes, de 25 à 30 grammes. J'ai déjà dit que des pépites, qui sont communes dans beaucoup de pays à placers, sont une véritable rareté en Boukharie orientale.

Cette forme plate a favorisé l'entraînement de l'or dans les fleuves et explique la présence du métal précieux dans tous les cours d'eau ayant des conglomérats ou des moraines à leur origine. C'est ce phénomène qui a fait baptiser de son nom le Zarafchan (Zar signifie or en persan ; Zarafchan, rivière qui charrie de l'or). De nombreux orpailleurs exploitent en effet les sables du Zarafchan dans les ariks (cours d'eau dérivés du fleuve dans un but

d'arrosage), à leur traversée dans la ville même de Samarcande.

De même, dans l'Amou-Daria, les Sartes lavent l'or dans les sables du fleuve, bien plus bas que Saraï, dans le voisinage du poste d'Aivadje. Nous avons nous-mêmes trouvé, dans les sables superficiels des cours d'eau, à Saraï, à Dagana, à Saripoul, des teneurs en or justifiant toutes les espérances au point de vue des richesses qu'on doit s'attendre à trouver en profondeur. Toutefois ces derniers gisements, éloignés des montagnes qui pourraient livrer la force hydraulique de leurs torrents, seule ressource d'énergie dans ces pays privés de tout combustible industriel, du moins pour le moment, ne peuvent constituer que des réserves d'avenir, pour l'époque où les conditions actuelles des transports seront changées.

Quant au travail manuel de ces alluvions par les procédés sibériens, tels que piochage à la main ; transport au lavoir par tarataikas (charrettes rustiques en bois), ou par wagons ; reprise des effélis (résidus stériles) par les mêmes moyens, pour les porter aux atvali (remblais des résidus de lavage), il nous paraît indubitable que, sauf dans les cas exceptionnels, il n'y a pas de bénéfices à espérer d'une telle entreprise. Les cubes à déplacer et à laver dépassent ces moyens d'action primitifs.

Il ne faut exploiter qu'au moyen de machines puissantes, dragues ou excavateurs, avec transport mécanique des effélis, tels qu'on les emploie à présent sur la plupart des grands placers d'Amérique et même de la Sibérie.

On se mettra ainsi du même coup à l'abri des exigences de la main-d'œuvre sarte. En ce moment elle est sur place très bon marché (1 1/2 à 2 tenguis par jour de travail, environ 0 fr. 60 à 0 fr. 80), mais elle ne tardera pas à monter dès qu'il y aura un peu de demande. L'exemple du Turkestan est à méditer à ce point de vue. D'ailleurs, en principe, la main-d'œuvre sarte n'est pas de celles qui puisse être considérée comme désirable pour l'industriel. Elle est avant tout agricole et exclusivement agricole, par goût comme par le fait. Le Sarte ne considère le travail industriel à la journée (car il ne connaît pas le travail à la tâche) que comme un hors-d'œuvre, une exception bonne tout au plus pour les époques où il n'y a à exécuter ni récolte, ni semaille. Mais dès que ces derniers travaux les appellent, aucune offre, aucun salaire, même hors de proportion avec l'effort qu'on leur demande, n'arrive à les faire rester. Ils désertent le chantier en masse. Allez donc constituer des chantiers permanents et réguliers avec une telle population !

L'emploi de machines exigera l'utilisation d'une main d'œuvre russe pour la manœuvre des appareils, les réparations, la surveillance, etc. L'introduction de ces procédés modernes sera donc un puissant moyen de russification du pays.

La principale difficulté qu'on aura à surmonter pour cette transformation des méthodes de travail résidera dans les transports. Il n'y a pas une seule route carrossable dans toute la Boukharie orientale, et on décore, dans le Darvaz et dans le Karathégine, du nom de chemins praticables par les chevaux, des casse-cous dont on est étonné d'être sorti sain et sauf après y avoir passé.

C'est à dos de chameaux, et seulement pendant la saison favorable aux transports, que devront être portés sur place les premiers grands outils. Après, et par la force même des choses, des chemins s'ouvriront dans les principales vallées, comme cela s'est fait pour la route longeant l'Amou-Daria et pour celle, nouvellement ouverte, qui relie Samarcande à Patta Guissar. C'est une question de temps.

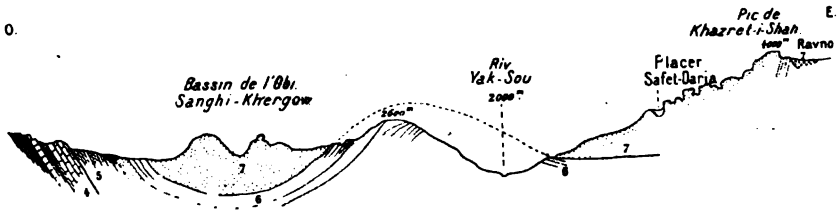


Fig. 1. — Coupe par Khazret-i-shah. — Echelle : 1/1.000.000.

7, Conglomérats aurifères ; 5 et 6, Grès et marnes tertiaires ; 4, Calcaire et gypse crétacés.

Continuant son itinéraire vers le nord, la mission française quittait le bassin du Yak-Sou pour descendre dans celui de Khingaou en franchissant le col de Talbar, à la cote 2.800 mètres.

Elle descendait dans la vallée de Tabi-Dara et reconnaissait là aussi, l'existence de vastes travaux anciens pour l'exploitation de l'or. Ces travaux sartes ayant été arrêtés depuis déjà longtemps, il était nécessaire, surtout dans la partie inférieure de cette vallée, qui présente des conditions favorables à des installations mécaniques, de se renseigner par des travaux de recherche directe sur l'existence de l'or et sur son exploitabilité. Ces investigations obligèrent la mission à séjourner sur place jusqu'au 3/16 juillet.

Je ne m'étendrai pas davantage ici, sur le côté industriel des gisements aurifères de la Boukharie, qui font l'objet d'une étude

spéciale dans le rapport que je prépare pour les Annales des Mines. Je me contenterai, pour résumer ce qui précède, de dire que c'est grâce aux phénomènes d'enrichissement sur place, par suite des érosions dont les conglomérats ont été le théâtre, que les thalwegs successifs, dans lesquels l'or s'est concentré et se concentre encore de nos jours, ont pu arriver à contenir des alluvions industriellement exploitables, surtout si on leur applique des procédés modernes d'exploitation et de lavage.

L'ensemble de la formation présente la coupe ci-contre, dirigée est-ouest, passant par Khazret-i-shah (fig. 1).

La même succession de terrains se présente dans la vallée de Tabi-Dara, par laquelle a passé l'expédition après avoir franchi le col de Talbar. J'en donne ici une coupe (fig. 2).

Fig. 2. — Coupe par le défilé de Tabi-Dara. — Echelle : 1/400.000.
Même légende ; *au*, Alluvions aurifères.

De Tabi-Dara l'itinéraire comportait l'ascension de la chaîne de Pierre-le-Grand, pour redescendre à Garme, chef-lieu du Karathégine, résidence d'un Beg important.

On change aussi de terrain, on passe au Crétacé et de ce dernier aux terrains cristallins, à l'arrivée à Garme. C'est donc un itinéraire important à tous les points de vue. Nous l'avons effectué du 18 au 21 juillet 1902 (nouveau style).

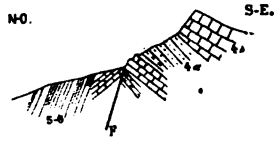


Fig. 3. — Coupe à Tchil-Dara. — Echelle : 1/10.000.
5-6, Marnes et grès (Eocène inf.); *4b*, Calcaire et gypse (Crétacé); *4a*, Marnes rouges ; F, Faille.

Après avoir passé le pont de Tabi-Dara, on suit constamment la rive droite du Kingaou. On se trouve dans les grès et conglomérats fins de la base de l'Éocène. Pas d'or.

Au fur et à mesure qu'on avance, les conglomérats et poudingues disparaissent et font place à des alternances de grès et de marnes rougeâtres. En outre, les plissements deviennent de plus en plus nombreux, certains avec renversement com-

plet en forme d'S annonçant la fin prochaine du bassin plissé au contact du Crétacé.

En effet, en arrivant à Tchil-Dara (20 v. 1/2 de Tabi-Dara), on aperçoit le contact avec le Crétacé sur la montagne qui s'adosse au village de l'autre côté de la vallée par laquelle on gagne Garme.

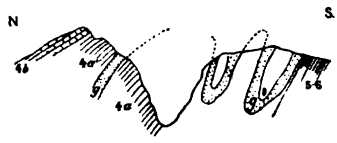


Fig. 4. — Autre coupe à Tchil-Dara. — Echelle : 1/10.000.

5-6, Marnes et grès rouges de l'Eocène ; 4b, Calcaire crétacé ; 4a, 4a', Marnes bariolées salifères ; g, gypse crétacé.

Le Crétacé est représenté par des alternances de marnes rouges et vertes avec gypse et sel (fig. 3 et 4).

Comme je connaissais ces terrains, à l'embouchure du Sagri-Datch, par l'exploitation de sel qui se fait à Sagri-Datch, j'avais une bonne ligne de contact assurée entre Éocène et Crétacé sur près de 50 kilom. de longueur, ce qui me permettait de bien déterminer l'allure de ce contact. Il suit d'abord la vallée de la rivière de Tchil-Dara, puis il s'en détache à la montée du col, pour courir avec une direction de 60° nord vers Sagri-Datch, en ligne presque droite.

Dans toute cette région les terrains aussi bien éocènes que crétacés sont très redressés et plongent vers le nord avec des angles de 50, 60 et 65°.

Ce voyage m'a permis aussi de délimiter exactement la limite des conglomérats francs de Mazar et de Talbar et de prouver leur entière indépendance l'un de l'autre.

J'ai exécuté la traversée des monts Alai par le col peu connu de Karagouch-Kana (marqué à plus de 19000 pieds sur la carte de l'Etat-Major russe) par suite de l'interruption de la circulation par le col plus facile de Tenguis-Bai qui était mon objectif primitif.

La rupture de plusieurs ponts sur ce chemin m'a forcé à passer par le col et le glacier dangereux de Karagouch-Kana et de me livrer avec le personnel de la mission et mes bagages à une véritable ascension sur un glacier de plus de 14 kilomètres de longueur.

Cet itinéraire s'est effectué sans accident depuis le 5 juillet (ancien style), date de notre départ de Garme, jusqu'au 12 juillet, où nous sommes arrivés sains et saufs à Kokand.

La rivière que nous avons remontée en quittant Garme pour gagner le col se nomme le Sourk-Ob. Elle forme toujours la limite du Crétacé et des terrains cristallins, granite, micaschiste et gneiss.

A Nimitchi il faut quitter la rivière pour monter au col de Túrpi, à cause des défilés qui ne permettent pas à la route de continuer à longer le Sourk-Ob.

Cette circonstance fait perdre un jour, car de ce col on redescend dans la vallée fertile et riante du Yasmann, qui conduit presque au confluent de la rivière Matcha, sur laquelle se trouve (rive gauche) le gros village de Kala-i-ait, siège d'un Amlacdar. Ce dernier nous procure cinquante hommes pour ouvrir une piste conduisant au glacier et douze porteurs pour nous aider à le franchir.

Nous décidons en effet, vu l'impossibilité de passer par le col de Tenguis Bai, de tenter le passage de l'Alai par le col de Karagouch-Kana, qui descend directement sur Kokand.

C'est la route que suivent actuellement les caravanes de piétons qui ravitaillent le Darvaz et le Karathégine. Ce col est marqué à l'altitude de 19.520 pieds sur la carte à l'échelle de 10 verstes par pouce, le document le plus récent et le plus complet qui ait été mis à notre disposition par les autorités russes.

Ce passage n'est d'ailleurs connu que par les Khirgises montagnards et pasteurs. Les anciens du village et l'Amlacdar (percepteur d'impôts), qui est en place depuis cinq ans, n'ont jamais vu de Russes venant ou allant au Ferganah par le col.

L'expédition, réduite à son minimum, comprenait au départ douze chevaux, autant d'hommes, plus six piétons, aides pour les mauvais passages.

Nous avons commencé l'ascension le dimanche 7 juillet. A 9 h. 45 du matin, départ du village de Yartchik (1.960 m.), où nous avions couché et où l'Amlacdar était venu nous aider à organiser l'expédition.

La vallée qui remonte au col s'appelle Kaboud, affluent du Matcha. On s'élève dans une gorge de plus en plus encaissée et étroite et le chemin est constamment en encorbellement sur l'abîme.

A 11 h. 50 on passe le dernier village Chaor. A partir de ce point on ne trouve plus que des nomades, sous leurs tentes d'été, avec leurs troupeaux. Ils ne donnent que difficilement des chevaux.

Campé le premier jour au pied du col. Déjà à cette altitude (2.900 m.), les amas de neige sur lesquels on franchit constamment le torrent constituent des ponts permanents et assez solides. On se contente chaque année de rétablir un peu les abords de ces ponts, dégradés par la fonte des neiges annuelles.

Le lundi 8 juillet l'expédition est arrivée au sommet du col (4.180 m.) à 11 h. 20 du matin, après une montée très pénible dans la dernière verste.

Là descente du glacier est moins difficile mais plus dangereuse que la montée. Les crevasses transversales commencent dès le haut du col et vont en s'agrandissant en largeur et en profondeur au fur et à mesure qu'on avance.

Le col praticable se trouve sur un glacier latéral. En effet, après 4 verstes de descente on arrive à un confluent avec le grand glacier principal venant du côté gauche. Deux grandes moraines longitudinales, ayant une importance à peu près égale, jalonnent le glacier à partir de ce moment là et démontrent clairement la marche du phénomène. La moraine rive gauche est un peu plus forte cependant que celle produite par le glacier du col.

Cinq glaciers latéraux viennent à leur tour ajouter leurs moraines aux deux précédentes. L'un d'eux (rive gauche) donne des granites blancs, effrités, qui forment contraste avec les roches sombres principalement composées de micaschistes, que charrient la majorité des autres glaciers.

A partir de la septième verste depuis le col, tous ces résidus s'entremêlent et forment une couche continue d'une demi-archine d'épaisseur à la surface du glacier. De grandes crevasses, fort dangereuses, les divisent en une série de tranches, au milieu desquelles nous nous risquons à cheval.

Je remarque quantité de monticules, de forme régulière, recouverts de pierres et de terre. Ils ne sont formés que d'une mince couche de ces matériaux et l'intérieur est de la glace pure. Il y en a de 2 et 3 mètres de haut.

Après examen de plusieurs de ces pyramides, je reconnais qu'elles ont pour origine des accumulations de débris de roches et de cailloux qui, à l'époque de la fonte estivale, protègent la glace sous-jacente et reproduisent, en cône, le phénomène bien connu des tables de géants, dont il y a d'ailleurs de nombreux exemples dans le voisinage de ces cônes.

Les dernières verstes du glacier sont un véritable chaos de pierres, en général grosses et anguleuses ; un peu de terre et même de végétation apparaît.

Enfin, à la moraine frontale, le torrent sort en mugissant du dessous du glacier. Il y a relativement peu de pierres, le glacier étant en régression évidente, les grandes crues, consécutives aux fontes d'été, enlèvent toute la moraine au fur et à mesure de son dépôt par le glacier.

Après avoir franchi ce passage, on reste dans les granites et les micaschistes jusqu'au col de Karathégine, où on commence à rencontrer un premier lambeau de Crétacé, représenté par des cal-

caires rougeâtres, surmontant des schistes noirs. Nous y avons reconnu une série d'affleurements de lignite (fig. 5).

A partir de Sokh, la vallée s'élargit beaucoup et on entre dans la formation Aralo-Caspienne, décrite et bien représentée dans la carte géologique de Romanoff et Mouchketoff.

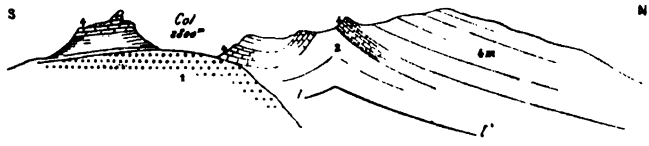


Fig. 5. — Coupe au col de Karathégine. — Echelle : 1/200.000.

4m, Marnes rouges ; *4*, Calcaires crétacés ; *2*, Schistes noirs avec lignites *l* ; *1*, Granite.

La coupe géologique des terrains crétacés sur le versant nord de l'Alai est bien résumée dans le croquis suivant, qui donne la succession des terrains suivant une ligne nord-sud passant par la ville de Margellan et la mine de charbon de Oucht Kourgan (mine Orsero) (fig. 6).

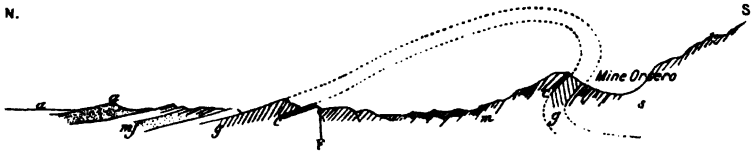


Fig. 6. — Coupe par Margellan. — Echelle : 1/500.000.

a, Conglomérats et alluvions ; *mf*, Marnes jaunes fossilifères ; *m*, Marnes grises et brunes inférieures ; *g*, Gypse avec charbon *c* ; *s*, Schistes argileux.

Voici l'échelle des terrains qui accompagnent la couche de charbon (combustible à 45 °/₀ de matières volatiles) de Ouch Kourgan, coupe relevée à 200 mètres à l'est du puits.

Marnes et schistes, grès ; épaisseur.	200 m.
Calcaire gris	20
Marnes grises	12
Charbon	20
Marnes noires avec filets de charbon.	
Poudingue fin	1

Marnes rouges	10 m.
Calcaire et poudingue	2
Gypse	25
Conglomérat	3
Gypse	8
Calcaire	4
Marnes rouges	3
Marnes très fossilifères	25
Marnes rouges	8
Calcaire marneux employé pour les remblais de la mine	6
Schistes supérieurs	Epaisseur indéterminée

Une coupe analogue se présente au sondage pour pétrole de M. Kovaliéski, à 20 kilom. à l'est de Kokand ; on est là sur un anticlinal de Crétacé, dans le voisinage de la zone de plissements. Le sondage a une profondeur totale de 258 m. A la profondeur de 210 m. la sonde a ramené un fragment complet bien conservé de *Gryphea Kaufmanni*, caractéristique du Crétacé supérieur du Ferganah (fig. 7).

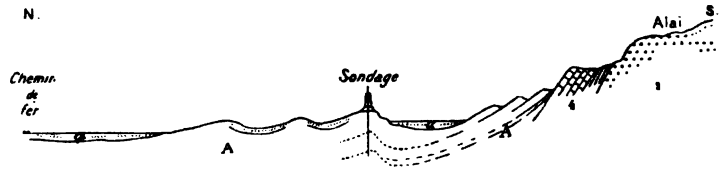


Fig. 7. — Coupe à l'est de Kokand. — Longueur de la coupe : 25 à 30 verstes.

a, Alluvions récentes ; A, Formation aralo-caspienne ; 4, Marnes et calcaires crétacés ; 1, Terrains cristallins. — Les lignes pointillées sous le sondage indiquent les gisements du pétrole.

On exécute en ce moment deux autres sondages pour pétrole dans le Ferganah : un au sud de Kokand et l'autre près de Namangan. On a aussi entrepris des travaux du même genre dans les environs de Merv. Enfin de nombreux affleurements d'ozokérite sont signalés dans diverses localités de la Boukharie et du Turkestan. Les Sartes exploitent cette matière comme succédané de la poix et retirent aussi du pétrole brut de petits sondages superficiels, qu'ils exécutent par les procédés les plus primitifs. Tous ces gisements se trouvent dans le voisinage des grandes chaînes de montagnes sur lesquelles viennent s'appuyer les terrains crétacés et tertiaires qui les contiennent.

J'ai indiqué, sur la carte jointe à cette note, les emplacements où des affleurements de charbon ont été signalés ou reconnus. Ils sont, comme on le voit, assez nombreux.

Voici la nomenclature des principaux :

Oucht-Kourgan à 32 kilomètres au sud de Margellan (Mine Orsero).
Kiakan, au sud de Khodjent.
Porte de Tamerlan (Pce de Samarcande).
Gisement Monine sur la ligne d'Orenbourg à Tachkent, au nord de Namangan, etc.

Conclusions. — Il ressort de l'étude qui précède que le Crétacé et le Tertiaire de la Boukharie orientale s'appuient d'une part sur les contreforts du Pamir à l'est et sur la chaîne des monts Alai au nord et au nord-est. Du côté du Pamir apparaissent des terrains de transition, notamment une bande de Trias qui va en s'élargissant en pénétrant dans l'Afghanistan, à l'est de Kouliab. Vers le nord, au contraire, le bassin crétacé, représenté principalement par des marnes salifères et des gypses, s'appuie directement sur les terrains cristallins.

Les nombreux affleurements de lignite, qui se rencontrent aussi bien dans la Boukharie que dans la plaine du Ferganah, sont contenus dans le Crétacé et le Tertiaire. Les affleurements de naphte sont caractéristiques du Crétacé. Enfin, les conglomérats aurifères du Darvaz font partie, à mon avis, du terme supérieur de l'Eocène. Le faciès de ces conglomérats, bien que je n'y aie pas trouvé de fossiles, est celui d'une formation d'eau douce. Quant à leur origine, je la vois dans une action concomitante des glaciers du Pamir ayant amené sur le littoral leurs moraines frontales nivelées par les eaux littorales. J'ai exposé à leur place dans cette communication les raisons de fait qui m'ont amené à cette conclusion.

En thèse générale, on est frappé, en visitant le pays, de l'importance des phénomènes glaciaires, tant dans les temps passés que dans l'époque actuelle et il ne peut en être autrement quand on réfléchit qu'on se trouve sur le versant ouest du plus important massif montagneux du continent asiatique, qui s'est trouvé, pendant toute la période mésozoïque et tertiaire, dans des conditions climatériques essentiellement différentes de la période actuelle, où le climat et le régime des eaux, qui en est la conséquence, est devenu essentiellement continental.

M. **G. Dollfus**, d'après ces détails, pense qu'il y a deux terrains aurifères; l'un, peu riche, est formé par un poudingue tertiaire extrêmement puissant analogue aux poudingues miocènes de la bordure sud des Alpes; l'autre pléistocène enrichi, composé en partie par les éléments du dépôt précédent et qui, d'après les photographies de M. Levat, est tantôt glaciaire, ayant tous les caractères des dépôts morainiques, et tantôt diluvien, avec classement mécanique des éléments.

M. **M. Boule** demande à M. Levat quelles sont les raisons qui, en dehors de la grosseur des blocs, lui font admettre l'origine glaciaire des conglomérats. Les photographies soumises à la Société ne lui paraissent nullement démonstratives à cet égard. Elles lui ont plutôt rappelé certaines formations torrentielles pliocènes qu'on observe dans diverses régions montagneuses et notamment celles qui constituent l'immense cône de déjection du plateau de Lannemezan, au pied des Pyrénées.

M. **Levat** répond que les nombreux blocs erratiques, à arêtes vives, que contiennent les conglomérats, constituent la base principale de son opinion sur l'origine glaciaire de ces dépôts. Leur développement, en assises horizontales, sans apparence de dépôt en éventail, caractéristique des estuaires fluviaux le confirme dans son opinion. Enfin, la répartition de l'or dans ces dépôts, ne présentant pas d'enrichissement graduel au fur et à mesure qu'on s'approche du bed-rock, est aussi une preuve puissante à opposer à l'opinion qui tendrait à donner une origine purement alluvionnaire à ces conglomérats.

M. **Douvillé** a examiné les fossiles rapportés du Turkestan par M. Levat; mais pour se rendre compte de leur signification il est nécessaire de résumer d'abord nos connaissances sur la région. D'après les travaux de Romanowsky [1] on distingue de haut en bas :

1° Des grès et marnes bariolées gypsifères avec *Ostrea longirostris*, appartenant au Tertiaire.

2° L'étage du Ferganah, composé de calcaires et de marnes, gris

1. 1° Materialien zur Geologie von Turkestan, 1880;
2° L'étage de Ferganah et ses caractères paléontologiques (*Verh. R. K. Min. Ges.*, [2], t. XVII, 1882, en russe);
3° La formation lignitifère de Sarvadane (en russe), 1881.

ou jaunâtres, où abonde *Gryphea Kaufmanni*, *Exogyra ferganensis*, *Ex. galeata*; il est attribué au Crétacé supérieur [1].

3° Des couches à Ostracés (*Ex. aquila*, *Ostrea pachyrhyncha*, *O. vesicularis*, *O. crenulimargo*).

4° Dans la région à l'est de Samarcande, à Sarvadane, on a reconnu l'existence de couches à Rudistes (*Hippurites bioculata*, *H. dilatata*, *Caprotina Toucasi*, *C. planensis*, *Radiolites agariciformis*, *R. polyconilites*, *R. Saxoniæ*, *R. Hœninghausi*, *R. Germari*), qui reposent elles-mêmes sur des couches charbonneuses à flore infraliasique. Ces couches à Rudistes sont également signalées dans le bassin du Syr Darya, au sud-ouest de la chaîne de Kara Taou.

Ajoutons que plus récemment von Krafft [2] a reconnu plus au sud, dans le bassin de l'Amou-Darya, l'existence de la Craie supérieure avec *Ostrea vesicularis* et *Exogyra decussata* et de la Craie inférieure avec *Ammonites Milleti*.

Les listes de fossiles données par M. Romanowsky présentent des associations singulières et devront certainement être révisées. En outre certains fossiles caractéristiques, tels que l'*Ostrea vesicularis*, figurés par cet auteur, paraissent dans un médiocre état de conservation, à tel point que leur détermination est loin d'être certaine. Nous manquons donc jusqu'à présent de points de repère précis pour déterminer l'âge de ces différents niveaux crétacés.

A ce point de vue, bien que les fossiles recueillis par M. Levat soient peu nombreux, ils n'en présentent pas moins un réel intérêt. Ils ont été recueillis dans les marnes au toit de la couche de charbon de la mine d'Oucht Kourgan, à 32 kilomètres au sud de Margellan (Ferganah, dans la haute vallée du Syr Darya) et proviennent des couches à Ostracés ; les formes les plus fréquentes sont une Huître plate à valves non plissées probablement nouvelle et une *Exogyra*, qui paraît identique à l'*Ex. Overwegi* de la Craie supérieure du Nord de l'Afrique. Si l'on ajoute que

1. L'examen des figures de ces espèces montre que la *Gr. Kaufmanni* appartient au groupe de l'*O. strictiplicata* (*bogharensis*), dont le développement est caractéristique de l'Eocène ; quant aux Exogyres qui l'accompagnent, ce sont de fausses Exogyres, et le groupe de l'*O. strictiplicata* présente des échantillons tout aussi exogyriformes que les *O. ferganensis* et *galeata*. Il est donc très probable que l'étage du Ferganah représente l'Eocène. C'est d'ailleurs la conclusion à laquelle est arrivée Koch, la *Gr. Kaufmanni* devant être, d'après lui, assimilée à l'*Ostrea Esterhazyi* de l'Eocène moyen (Voir Suess, La face de la Terre, tome III, p. 393).

2. *Denkschr. Ak. Wiss. Wien*, vol. 70, 1900, p. 51.

G. Boehm, *Z. D. G. G.*, vol. LI, 1899.

Romanowsky a signalé également à ce niveau l'*Ostrea crenulimargo*, recueillie par M. de Morgan dans le Campanien du Louristan, on voit que d'après toutes probabilités c'est bien à ce dernier niveau qu'il faut attribuer les couches à Ostracés du Turkestan.

M. Levat a rapporté en outre un fragment d'Ammonite recueilli par M. l'ingénieur Kowalewski dans un sondage pour pétrole à Tchimione, entre Kokand et Margellan, à la profondeur de 210 m. Ce fragment est malheureusement indéterminable, mais le lambeau de cloison qu'il présente rappellerait plutôt certaines formes du Crétacé inférieur, d'après l'examen que M. de Grossouvre a bien voulu en faire.

Séance du 15 Décembre 1902

PRÉSIDENCE DE M. E. HAUG, PRÉSIDENT

M. L. Mémin, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

Sont proclamés membres de la Société :

MM. **Maurice Piroutet**, Licencié ès-sciences, à Salins, présenté par MM. E. Fournier et Bresson.

Lucien Lacoin, Lieutenant d'Artillerie, détaché à la Mission du lac Tchad, présenté par MM. Gentil et Lemoine.

Le Président annonce trois présentations.

Le Président rend compte de la manifestation en l'honneur de M. Gosselet, qui a eu lieu à Lille le 30 novembre et à laquelle il avait été délégué par le Conseil pour représenter la Société. A la cérémonie, présidée par M. Margottet, recteur de l'Académie de Lille, plusieurs discours furent prononcés par les délégués de nombreuses sociétés et établissements publics français et étrangers; lecture fut donnée d'un grand nombre d'adresses, et M. Gosselet, après avoir dans des termes émus remercié les orateurs, annonça que les sommes réunies dans une souscription à l'effet de lui offrir un objet d'art seraient affectées à un prix que décernera tous les ans la Société des Sciences, d'Agriculture et des Arts de Lille au meilleur travail sur la géologie du Nord. Il a été ensuite procédé à l'inauguration du Musée Gosselet.

M. **Douvillé** présente deux notes, la première de MM. Laville et Rollain : *Sur la présence du* Spermophilus superciliosus *dans ses terriers de la fin du Quaternaire aux Hautes-Bruyères* ; la seconde de M. Laville : *Sur le dernier sol paléolithique aux environs de Paris.*

Le sous-sol, sur le plateau des Hautes-Bruyères (alt. 120 m.), est constitué par du limon calcaire (ergeron), avec cailloutis à la base, ayant fourni une belle série de silex de types principalement chelléen et moustiérien ; au-dessus, on observe 0 m. 80 à 1 m. de limon rouge à briques, que M. Laville pense représenter une

formation indépendante, bien distincte de celle de l'ergeron, et qui a fourni des débris de l'industrie néolithique. Dans l'ergeron on a reconnu l'existence d'un grand nombre de terriers, dans lesquels on a retrouvé *in situ* plusieurs squelettes de Spermophiles. M. Laville pense que ces animaux ont vécu sur l'ancien sol correspondant au sommet de l'ergeron.

M. Haug présente de la part de l'auteur, M. J. **Révil**, un article sur *Les grandes nappes de recouvrement des Alpes françaises*, qui a paru dans le n° du 15 novembre de la *Revue générale des Sciences*. C'est un résumé extrêmement clair, accompagné de coupes et de belles vues photographiques, de cette importante question des grands charriages, qui est entrée dans une phase nouvelle à la suite de la communication faite cette année même devant la Société par M. Lugeon. M. Révil a su mettre en évidence la part qui revient à chacun dans l'interprétation des lignes principales de la tectonique des Alpes occidentales et son exposé remarquable contribuera puissamment à vulgariser des notions sur lesquelles l'accord commence à se faire parmi les géologues plus particulièrement intéressés à la question.

M. G. Dollfus présente de la part de son auteur, M. **Cazior**, une note intitulée : *Les labradorites des Alpes-Maritimes* [1].

M. **Jean Brunhes** dépose sur le bureau un exemplaire d'une note qu'il a publiée dans les Mémoires de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles, intitulée : *Le travail des eaux courantes : La tactique des tourbillons. I, îlots granitiques de la première cataracte du Nil ; II, gorges du versant nord des Alpes suisses.*

1. Cette note sera insérée dans le Bulletin à la suite de la Réunion extraordinaire.

CLASSIFICATION DES RADIOLITES

par M. H. DOUVILLÉ.

(PLANCHE XV ; FIG. 1-8).

On sait que les Radiolites sont des Rudistes qui ont pour caractères généraux d'être fixés par leur valve droite de forme conique et de présenter sur la valve gauche plus ou moins operculiforme, deux dents subégales (AII et PII), accompagnées de deux apophyses myophores très saillantes ; sur la valve droite, au contraire, les deux impressions musculaires sont superficielles et les deux dents cardinales pénètrent dans des fossettes plus ou moins profondes, ou glissent dans des rainures cannelées. Il existe normalement sur cette valve une dent centrale *3 b*, dont le développement est presque toujours faible et sur la face dorsale de laquelle vient s'insérer, dans certains cas, un ligament interne.

Les *Radiolites* se distinguent des *Monopleura*, dont ils dérivent, par la grande saillie des apophyses myophores de la valve gauche. Ces apophyses n'existent pas dans les vrais *Monopleura*, mais elles commencent déjà à faire un peu saillie dans les *Petalodontia* [1].

Le ligament est bien développé dans toutes les formes anciennes de *Radiolites*, mais son action est entravée par la grande longueur des dents cardinales, qui empêche tout mouvement de rotation de la valve supérieure autour d'un axe quelconque situé dans le plan de la commissure. Habituellement l'insertion du ligament est transverse sur la valve inférieure droite, tandis qu'elle se développe dans le sens du rayon sur la valve supérieure [2] ; il en résulte que son action est de faire tourner la valve supérieure autour d'un axe perpendiculaire au plan de la commissure. Dans ce mouvement, les dents glissent sur les parois inclinées de leurs alvéoles, ce qui les force à remonter un peu et produit l'écartement des valves.

On sait que dans les Hippurites l'action du ligament est analogue et qu'elle se combine avec le développement très inégal des deux muscles ; l'étude détaillée de ce groupe nous a fait voir que

1. DOUVILLÉ. Sur quelques Rudistes américains *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 211-214.

2. Comme nous l'avons précédemment indiqué, *B. S. G. F.*, (3), XV, p. 790, 20 juin 1887.

le ligament disparaissait peu à peu, ainsi que le repli des lames externes (arète cardinale, arète ligamentaire) qui le supportait. La fermeture des valves se faisant toujours par la contraction des muscles adducteurs, il suffit que ces muscles se relâchent un peu pour que l'eau pénètre par la commissure des valves; l'animal peut alors augmenter l'écartement des valves, s'il est nécessaire, en provoquant la turgescence de certaines de ses parties et ce mouvement ne peut être que facilité par la disparition complète du ligament. La valve supérieure, qui a déjà la forme d'un opercule, se comporte alors exactement comme cette pièce chez les Gastropodes, avec cette différence pourtant, qu'il suffit ici d'un écartement très faible pour que l'eau puisse pénètrer largement à l'intérieur de la coquille.

Il est naturel d'admettre que l'animal dans les Radiolites, comme du reste dans tous les Rudistes, était constitué à peu près comme celui des Chames, c'est-à-dire que les deux bords du manteau étaient soudés sur une grande partie de leur étendue et présentaient trois ouvertures, deux postérieures, E et S, pour l'entrée et la sortie de l'eau qui vient baigner l'intérieur de la chambre palléale, et une troisième ventrale (V), correspondant au pied. Dans le groupe des Radiolites l'existence des deux premières ouvertures est nettement démontrée par les sinus ou par les bandes que présentent les lames externes dans la région postérieure de la coquille, l'une de ces ondulations du test venant se placer, comme l'ouverture S, immédiatement après le muscle adducteur postérieur. Il existe en outre dans un certain nombre de formes, des traces incontestables de la troisième ouverture; mais, avant d'étudier ce point qui présente une certaine importance au point de vue de la classification, il est nécessaire d'examiner sommairement les travaux qui ont été faits jusqu'à présent sur le groupement des diverses formes de Radiolites.

Signalons encore un caractère commun à toutes les coquilles de la famille des Radiolitidés; c'est le grand développement de la texture prismatique dans les lames externes; le réseau polygonal qui en résulte présente des mailles de grandeurs différentes suivant les espèces considérées, mais il est toujours d'une netteté telle qu'il permet de reconnaître souvent un simple fragment de ces couches externes. Il ne faut pas oublier bien entendu que cette texture prismatique est de règle pour les couches externes d'un grand nombre de coquilles et qu'elle est également très marquée dans les *Pinna*, les *Trichites* et les *Ostrea*, pour ne citer que les formes les plus connues.

Historique

Les premières bonnes figures de Radiolites ont été données en 1781 par Picot de Lapeyrouse qui a fait représenter sous le nom d'*Ostracites angeiodes* l'espèce si commune à la Montagne des Cornes, près de Rennes-les-Bains (Aude). Quelques années après ces figures étaient reproduites par Bruguière dans la pl. 172 de l'Encyclopédie méthodique [1], sous le nom générique d'*Acardo*; mais, dans le texte (1789), le même auteur ne décrit sous ce nom que l'*Acardo crustularius*, qui a été pris par Lamarck en 1799 pour type de ce genre.

En 1801, Lamarck, dans la première édition des « Animaux sans vertèbres », établissait (p. 130) le genre *Radiolites* pour l'*Ostracite* de Picot de Lapeyrouse en renvoyant aux figures de cet auteur (Pl. XII et XIII) et à celles de l'Encyclopédie (Pl. 172, fig. 1-6). Il range ces animaux dans les Mollusques acéphalés ayant deux valves simplement opposées, mais sans charnière ni ligament.

En 1805, Delamétherie [2] décrit et figure sous le nom de « *la Sphérulite* » un fossile d'origine inconnue, court et renflé, que Lamarck en 1819 [3] considère comme le type du *Sphærulites foliaceus* et comme provenant de l'île d'Aix; la figure donnée par le premier de ces auteurs montre un Rudiste voisin des Radiolites et présentant à l'intérieur le repli qui sera désigné plus tard sous le nom d'arête cardinale; Delamétherie considère ce fossile comme différent des *Radiolites* de Lamarck. Celui-ci admet cette distinction et dans l'ouvrage précité en 1819, les deux genres figurent à la suite l'un de l'autre dans le groupe des Rudistes comprenant « les Conchifères monomyaires n'ayant point de ligament connu ». Les Rudistes

1. Voici la correspondance des figures de l'Encyclopédie avec celles de l'ouvrage de Lapeyrouse :

Pl. 172, fig. 1	Pl. XII, fig. 4
» fig. 2	» fig. 1
» fig. 3	» fig. 2
» fig. 4	» fig. 5
» fig. 5	Pl. XIII, fig. 1
» fig. 6	» fig. 2

Nous ne connaissons pas l'origine des autres figures de l'Encyclopédie (fig. 7, 8 et 9); Lamarck les a considérées comme représentant son *Sphærulites foliaceus* (An. s. vert., t. VI, 1re partie, p. 252). — D'après MM. G. Dollfus et Ramond, la pl. 172 de l'Encyclopédie aurait été publiée en 1791.

2. Journal de Physique, t. LXI, p. 396.

3. Hist. des An. s. vert., t. VI, 1re partie, p. 232.

constituent avec les *Brachiopodes* la troisième section des Conchifères de Lamarck.

Des Moulins, en 1826 [1], s'efforce de démontrer l'identité des *Radiolites* et des *Sphærulites* au point de vue de leurs caractères internes et il les réunit sous le dernier de ces noms ; Deshayes, en 1832 [2], adopte la même manière de voir.

En 1847, d'Orbigny [3] maintient la réunion des deux genres, mais il reprend avec raison le nom plus ancien de *Radiolites*, en indiquant en synonymie *Sphærulites* Delamétherie, 1805. En même temps il distingue sous le nom de *Biradiolites* [4] « des coquilles « qui, avec tous les autres caractères intérieurs des Radiolites, ont « toujours, sur le côté, deux bandes longitudinales espacées, iné- « gales, bien distinctes du reste, qui s'étendent aux deux valves « du crochet au labre, et semblent indiquer une organisation « particulière, analogues, par exemple, aux deux sillons constants « qu'on observe chez les Hippurites » ; la première espèce citée est le *Bir. canaliculatus*.

Bayle, reprenant en 1855 [5] l'étude de ce groupe, fit voir qu'il existait deux types distincts au point de vue des caractères internes, celui du *Radiolites cylindraceus*, qui présente une arête cardinale, et celui du *Radiolites Bournoni*, qui en est dépourvu. Il propose de reprendre pour le premier le nom de *Sphærulites* Delamétherie « comprenant tous les Sphérulites de Lamarck qui ont une arête « cardinale, et de conserver le nom de *Radiolites* aux espèces « dépourvues de cette crête interne. » Il oubliait ainsi que le type du genre Radiolites indiqué par Lamarck dès l'origine (1801), le *Rad. angeiodes*, était précisément pourvu d'une arête cardinale.

Bayle distinguait plus tard [6], sous le nom de *Lapeirousia* (*L. Jouanneti*), les Radiolites à piliers et oscules, puis sous celui de *Sauvagesia* [7] les *Sphærulites* à bandes costulées rappelant par

1. Essai sur les Sphérulites.
2. Encyclopédie méthodique, 2e édition, t. III.
3. Paléontologie française, terr. crétacés, t. IV, p. 194.
4. *Loc. cit.*, p. 230.
5. *B. S. G. F.*, (2), XII, p. 793 et suiv.
6. Explication de la carte géologique de la France, atlas du 4e volume, légende des planches CX et CXI.
7. Bayle in Douvillé. *B. S. G. F.*, (3), XIV, p. 398, 1886 ; par suite d'un lapsus le *Sph. lusitanicus* était indiqué comme type de ce genre, mais cette erreur a été rectifiée la même année par Choffat dans son Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal, Vol. I (Commission des travaux géol. du Portugal). — Comparez aussi Douvillé. Sur les caractères internes des *Sauvagesia*, in *B. S. G. F.*, (3), XIX, p. 669, 1891.

leur forme les *Biradiolites* du groupe du *cornupastoris*. Déjà à ce moment [1] il avait reconnu la nécessité de revenir à la définition primitive des *Radiolites* de Lamarck. Cette réforme a été réalisée l'année suivante par Fischer [2] qui distingue dans sa famille des *Radiolitidæ* deux genres : 1° *Radiolites* Lk., type *R. angeiodes*, avec le sous-genre *Sauvagesia* (*S. Nicaisei*) ; — 2° *Biradiolites* d'Orb., avec les sections suivantes : *Biradiolites* s. st. (*B. cornupastoris*), — *Lapeirousia* Bayle, 1878 (*B. Jouanneti*), — *Bournonia* Fischer, 1887 (*B. Bournoni*), pour les formes dépourvues de bandes, — *Syuodontites* [3] Pirona, 1867.

Discussion et classification

On voit que malgré les changements de noms, rendus nécessaires par les lois adoptées pour la nomenclature, Fischer admet en réalité la division proposée par Bayle en formes ayant une arête cardinale et en formes qui en sont dépourvues. Quelle est la valeur réelle de ce caractère ?

Nous savons maintenant que l'arête cardinale est intimement liée à l'existence d'un ligament. Dans toutes les coquilles de Lamellibranches le ligament est une formation épidermique qui correspond à une inflexion du bord du manteau ; il est ainsi toujours supporté par les lames externes qui sont précisément sécrétées par ce bord du manteau. Lorsque le ligament devient interne les lames externes se replient sur elles-mêmes de manière à maintenir cette connexion, et le ligament continue à être supporté par ce *repli des lames externes* [4]. Ainsi les deux grandes divisions adoptées jusqu'à présent correspondent à la présence ou à l'absence d'un ligament.

Or, l'étude détaillée des Hippurites nous a montré que les

1. *B. S. G. F.*, (3), XIV, note de la page 401, 1886.
2. Manuel de Conchyliologie, p. 1065, 15 juin 1887.
3. Ce genre est fondé sur la soudure des dents cardinales ; mais non seulement ce caractère existe chez beaucoup de Biradiolites, mais il se rencontre aussi chez certains Radiolites ; il est d'autant plus marqué que les fossettes cardinales sont moins profondes ; elles sont alors remplacées par des rainures cannelées dans lesquelles glissent les dents cardinales. Il nous est impossible d'accorder à ce caractère une valeur générique.
4. Il résulte également de cette position du ligament que la surface sur laquelle il s'insère, sillon, cuilleron, area, etc., ne peut jamais être recouverte par les couches internes de la coquille ; dès lors cette surface d'insertion peut toujours être suivie sans discontinuité jusqu'à l'origine de la coquille, jusqu'à la prodissoconque.

formes anciennes avaient toujours un ligament et que celui-ci disparaissait progressivement dans les formes plus récentes. Il en résulte que dans chaque groupe de formes, dans chaque branche, on voit apparaître plus ou moins tôt des formes sans ligament; ce caractère est donc simplement en relation avec le degré d'évolution de chaque type, c'est ce que l'on peut appeler un caractère *évolutif* et la réunion de toutes les formes qui le présentent constitue un groupement tout-à-fait hétérogène, puisqu'il comprend les extrémités de toutes les branches, c'est ce que nous avons appelé autrefois un genre « fagot ».

Dans une classification phylogénique, le nom de genre ne doit être appliqué qu'à un groupe pouvant être assimilé à un rameau, c'est-à-dire ayant une origine unique et comprenant seulement des formes qui peuvent être considérées comme reliées les unes aux autres par une filiation directe ; dès que ces conditions ne sont pas remplies, le nom de genre ne doit pas être employé. Mais il arrive souvent aussi que l'état imparfait de nos connaissances nous laisse dans l'incertitude à ce point de vue et il serait préférable dans ce cas d'employer un terme ayant une signification moins précise, comme par exemple celui de *section* ; ce mot serait alors considéré comme désignant non pas une subdivision du genre, analogue ou même inférieure au sous-genre, mais au contraire un groupement qui pourra éventuellement être réparti plus tard en plusieurs genres naturels. Nous ne proposons pas d'employer une dénomination nouvelle pour ne pas compliquer outre mesure la nomenclature.

Au point de la classification l'importance des caractères n'est pas en rapport avec le rôle qu'ils jouent dans l'organisation de l'animal. Ce qu'il faut rechercher surtout ce sont les caractères qui se transmettent avec le plus de constance par l'hérédité. Dans l'état actuel de nos connaissances il est difficile de dire à priori si tel ou tel caractère persistera ou sera modifié par l'évolution ; nous en sommes réduits dans chaque cas particulier à examiner la question de fait et à rechercher si le caractère en question a ou n'a pas varié.

En étudiant à ce point de vue l'ensemble des Radiolitidés nous avons pu nous assurer qu'il était possible de reconstituer deux branches nettement distinctes et évoluant parallèlement dans les différents niveaux du Crétacé supérieur. Ces deux branches correspondent précisément aux deux groupes établis par d'Orbigny, les *Radiolitinés* présentant de simples ondulations des lames externes ou *sinus*, dans la région postérieure de la coquille, les *Biradiolitinés*, au contraire, offrant toujours dans la même région deux bandes nettement délimitées.

Dans chacun de ces groupes les formes anciennes présentent une arête ligamentaire et celle-ci disparaît dans les formes plus récentes, mais tandis que dans les Radiolitinés l'arête cardinale persiste jusque dans les assises les plus élevées du terrain crétacé et ne disparaît que dans un très petit nombre de formes, dans les Biradiolitinés au contraire l'arête cardinale disparaît de très bonne heure et la presque totalité des espèces en sont dépourvues; l'évolution est ainsi tout-à-fait différente dans les deux groupes. Nous allons examiner successivement chacun d'eux pour nous rendre compte des subdivisions qu'il est possible d'établir.

I. Radiolitinés

Formes présentant au moins deux inflexions des lames externes dans la région postérieure de la coquille. Ces deux inflexions ou sinus ont la même signification que les bandes des Biradiolites et que les piliers des Hippurites, elles correspondent aux deux ouvertures principales du manteau E et S. Il est en effet extrêmement probable que l'animal des Rudistes était constitué comme celui des *Chama* et que les deux lobes du manteau étaient soudés sur la plus grande partie de leur pourtour, laissant seulement du côté postérieur deux ouvertures pour l'entrée (E) et la sortie (S) du courant d'eau qui entretient la vie de l'animal et, une troisième du côté ventral (V) pour le passage du pied. Dans un grand nombre de Rudistes fossiles on trouve des traces bien nettes des deux premières ouvertures, mais jusqu'à présent on n'avait encore signalé aucune indication de la troisième ouverture ; nous allons voir qu'elle a laissé des vestiges précisément dans le groupe des Radiolites.

A. Formes ayant une arête ligamentaire

1° Genre Præradiolites

L'étude des formes anciennes et de leur développement a toujours une grande importance, parce qu'elle peut mettre en évidence les caractères du groupe avant qu'ils aient été modifiés par l'évolution. Un des Radiolites les plus anciens, le *R. Fleuriaui* du Mans se présente dans des conditions favorables pour cette étude, par suite de l'excellent état de conservation dans lequel on le trouve dans les sables ou les marnes cénomaniens de cette localité. Un échantillon de la collection de l'Ecole des Mines montre à sa surface

plusieurs individus très jeunes de la même espèce, présentant des degrés de croissance différents. Les plus jeunes sont largement fixés par le côté antérieur de la coquille et ont la forme d'une Exogyre ; c'est une forme primitive qui paraît se retrouver dans presque tous les Rudistes inverses ; nous l'avons signalée déjà dans les *Caprotines*, elle persiste jusque dans l'âge adulte dans les *Gyropleura*.

Lorsque le jeune Radiolite a atteint la taille de 4 à 5 millimètres la valve inférieure cesse de s'appuyer sur le corps étranger qui lui sert de support et elle prend la forme d'un cornet plus ou moins allongé, dont l'ouverture est à peu près parallèle à la surface d'appui. Dès ce moment les lames externes se déversent un peu extérieurement, dans la région des ouvertures postérieures du manteau et dessinent ainsi deux bourrelets saillants formés de lames emboîtées (Pl. XV, fig. 1, 2). Mais une troisième différenciation des lames externes prend naissance à la limite postérieure de la surface de fixation : elles présentent en ce point une dépression anguleuse, qui donne naissance à une côte bien marquée (Pl. XV, fig. 1, 4). Or, on sait que la fixation des coquilles de Lamellibranches débute toujours dans la région ventrale ou pédieuse, et il est probable qu'elle se produit sous l'action même du pied ; elle s'étend ensuite progressivement dans la région antérieure. Nous pouvons donc admettre que la limite postérieure de la surface de fixation correspond à l'ouverture pédieuse et que par suite c'est cette troisième ouverture du manteau qui a donné naissance à l'inflexion des lames externes que nous venons de signaler et à la côte saillante qu'elle produit. Si l'on donne plus particulièrement le nom de *sinus* aux inflexions des lames externes correspondant aux ouvertures postérieures du manteau, inflexions qui sont tantôt saillantes vers l'extérieur, tantôt relevées vers le limbe de la coquille, on pourrait au contraire désigner sous le nom de *lobe* [1] celle qui correspond à la région pédieuse et qui est rejetée vers le sommet de la valve. Nous dirons ainsi que dans le *R. Fleuriaui* il existe deux bourrelets correspondant aux sinus E et S et une côte constituée par le lobe V.

Cette disposition est encore plus nettement marquée dans une espèce un peu plus ancienne, le *R. Davidsoni* de l'Albien supérieur du Texas (Pl. XV, fig. 6, 7). Les deux bourrelets E et S sont ici très robustes et un peu déprimés extérieurement, ce qui leur donne une forme rectangulaire, la côte V est également très saillante ; il en résulte que la coquille a une section triangulaire, dont le sommet

1. Par analogie avec la dénomination usitée pour les parties déprimées en arrière des cloisons dans les Ammonites.

correspond à l'arête ligamentaire et dont les extrémités de la base sont formées par la côte V et le bourrelet S.

Le *R. triangularis* (Pl. XV, fig. 8) du Cénomanien présente des caractères analogues : les extrémités de la base du triangle de section sont également formées par les éléments V et S ; ce dernier se présente sous la forme d'une côte très saillante, dont la section est souvent rectangulaire et rappelle tout-à-fait la forme du bourrelet homologue du *R. Davidsoni* ; elle correspond ainsi bien certainement au premier sinus des Radiolites. Le second sinus correspond à un bourrelet très large et très peu saillant ; son existence avait bien été reconnue précédemment, tandis que celle du premier avait été méconnue, et cette espèce figurait dans la classification de Bayle comme n'ayant qu'une seule bande ou sinus.

Enfin, l'espèce de Radiolite la plus ancienne, le *R. cantabricus* qui remonte à l'Albien inférieur et peut-être même à la partie tout-à-fait supérieure de l'Aptien, rappelle beaucoup par sa forme l'espèce précédente : le pli V est très saillant, mais les deux bourrelets E et S sont moins distincts et en tout cas ce dernier est bien moins accentué que dans le *R. triangularis*.

En résumé, on voit que toutes ces espèces anciennes ont pour caractère commun d'avoir seulement trois côtes ou bourrelets, correspondant aux trois ouvertures du manteau. C'est là ce que l'on doit considérer comme la forme primitive des Radiolites et nous proposons de la distinguer sous le nom générique de *Præradiolites*, en prenant pour type l'espèce la mieux connue, le *R. Fleuriaui*.

Ces formes vont se modifier dans les terrains supérieurs ; dans le Turonien on retrouve des espèces analogues : les lames externes sont toujours lisses ou à peine ondulées en dehors de la région du sinus, mais celle-ci est un peu plus compliquée ; dans le *Pr. ponsianus* les lames qui constituent les sinus se redressent perpendiculairement au limbe et sont naturellement séparées par un lobe intermédiaire I, en même temps on voit se dessiner un troisième lobe LP, encore arrondi, au-delà du sinus S.

Dans toutes ces coquilles la forme en cornet est bien nettement marquée, l'animal est franchement couché sur le côté droit et la coquille est *pleuroconque*. Ce mode de développement exige que la coquille rencontre une surface d'appui suffisamment résistante. Mais si l'animal se développe sur un fond sableux ou vaseux, dès qu'il a acquis une certaine taille, il se trouve par sa forme conique même en équilibre instable et il tombe sur le côté, entraînant avec lui le corps étranger trop petit ou trop faible, grain de sable ou

coquille, sur lequel il était fixé. Dans ce cas, on voit se développer de larges lames étalées, sur le côté de la coquille qui s'appuye sur le fond de la mer et qui correspond soit au côté antérieur, soit au côté dorsal ; les lames du sinus occupent le côté opposé et sont dressées verticalement. Cette nouvelle position de la coquille est plus rapprochée que la précédente de la position normale, dans laquelle le plan de commissure des valves est vertical ; en réalité la coquille n'est ni *pleuroconque*, ni *orthoconque*, on peut dire qu'elle est *plagioconque*. Les *Rad. sinuatus* et *Hœninghausi* sont des exemples bien connus de cette disposition, dans laquelle le pli postérieur PD prend une importance égale à celle du pli ventral V. On retrouve également un développement analogue de ces deux plis dans les formes coniques du Santonien, comme le *Rad. Toucasi*.

Les formes couchées ou plagioconques se rencontrent principalement dans la partie profonde de la zone côtière, à Frayssinet-le-Gélat, à Royan ; ils sont souvent associés à de nombreux Bryozoaires, à des Orbitoïdes et à des Salénies ; les Hippurites manquent dans ces couches déposées dans des eaux relativement profondes.

Bien que le genre *Præradiolites* comprenne plus particulièrement les formes anciennes qui n'ont que trois bourrelets ou plis, nous y réunirons encore ces formes plus récentes soit pleuroconques, soit plagioconques et nous lui donnerons les caractères suivants :

Genre *Præradiolites* : il comprend toutes les formes de Radiolitinés qui présentent une arête cardinale, des lames externes lisses ou légèrement ondulées et essentiellement, dans la région postérieure, deux sinus E et S et un pli ventral V ; le pli intermédiaire I entre les deux sinus est plus ou moins développé et enfin un pli dorsal PD, peut prendre à l'extrémité de la région plissée une importance comparable à celle du pli ventral V.

Dans certaines formes de la Craie supérieure, comme le *Prær. alatus*, la disposition primitive reparaît et l'on n'observe plus que deux bourrelets lamelleux, rappelant ceux du *Prær. Fleuriaui*, et un pli pédieux très développé.

Enfin dans le *Prær. biskarensis* Peron, du Turonien inférieur d'Algérie, le pli V disparaît plus ou moins complètement et il reste seulement les deux bourrelets E et S.

2° Section **Radiolites** Lk., 1801.

Les lames externes sont fortement plissées sur tout le pourtour de la coquille, qui est toujours nettement dressée et pleuroconque.

Les deux sinus E et S sont marqués par un relèvement plus ou moins accentué des lames externes ; ils forment sur le limbe deux saillies, qui sont généralement un peu plus importantes que celles qui correspondent aux plis périphériques. Par contre les plis V, I et PD ont presque toujours perdu leur individualité et ne se distinguent plus guère de ceux qui couvrent toute la surface de la coquille. Le type du genre est le *Rad. angeiodes*, si répandu dans les couches de la montagne des Cornes, près de Rennes-les-Bains.

Les Radiolites proprement dits, ainsi restreints aux formes plissées sont abondants dès le Turonien inférieur. M. Choffat cite dans les couches de cet âge, en Portugal, les *Rad. lusitanicus* et *Rad. Peroni* ; ce même niveau est caractérisé, dans le Nord de l'Afrique, par les *Rad. Choffati* et *Lefevrei* qui, plus à l'est, sont associées aux espèces du Turonien du Portugal. Les travaux si précis de M. Choffat nous paraissent bien démontrer qu'il s'agit là d'une faune turonienne inférieure et non pas cénomanienne supérieure, comme le pense M. Peron. En France, ce niveau ne présente pas de Rudistes, mais nous retrouvons dans le Turonien supérieur les *Rad. radiosus* et *Beaumonti* ; le *Rad. Sauvagesi* est abondant dans le Coniacien du Gard, tandis que les formes du groupe du *R. angeiodes* dominent dans le Santonien. Ces formes paraissent rares au-dessus de ce niveau, nous ne connaissons guère que le *Rad. Nouleti* du Campanien de l'Ariège.

Dans tous leurs gisements, les Radiolites accompagnent les Hippurites et paraissent par conséquent appartenir à la partie supérieure de la zone côtière; ils ont vécu à une profondeur notablement moindre que les Præradiolites plagioconques.

3° Section **Sphærulites** Delamétherie, 1805.

Nous avons vu que le type de ce genre est le *Sph. foliaceus* ; il est nettement pleuroconque, comme les *Radiolites*, c'est-à-dire que la valve inférieure est conique, fixée par sa base et que son axe est vertical. Mais les lames externes sont bien plus développées ; tantôt elles sont horizontales, tantôt même elles sont infléchies en arrière vers le sommet de la coquille ; elles sont lisses ou présentent seulement de légères ondulations. Sur ce limbe très large et quelquefois même convexe, on distingue seulement les deux bourrelets saillants qui correspondent aux sinus.

On peut ajouter à l'espèce type, le *Sph. patera*, originaire du Turonien et qui est représenté dans le Sénonien par une forme voisine. Les *Sph. Paillettei* et *Martini* sont encore imparfaitement

connus. Le genre est représenté dans la Craie supérieure par les *Sph. Sæmanni* et *cylindraceus*, qui se distinguent également, surtout dans le jeune âge, par le grand développement du limbe, sur lequel se dessinent en saillie les deux bourrelets des sinus.

B. Formes dépourvues d'arête ligamentaire

4° Section **Bournonia** Fischer, 1887.

Ce genre comprend les Radiolitinés à forme de Præradiolites mais ayant perdu leur arête ligamentaire ; ce sont donc des espèces à lames externes non plissées et n'ayant qu'un petit nombre de côtes ou bourrelets saillants. Le type est le *B. Bournoni* à coquille plagioconque; il faut citer encore le *B. excavata* du Beausset, qui ne présente le plus souvent que deux forts bourrelets longitudinaux rappelant ceux du *Præradiolites biskarensis*.

5° Genre **Lapeirousia** Bayle, 1878.

Ce petit groupe très particulier reproduit la forme des Sphérulites typiques : valve inférieure très courte, très étalée, avec limbe très large, conique et recourbé en arrière, de là le nom de *crateriformis*, donné par certains auteurs à une des espèces du genre. Mais, dès le jeune âge, les bords du limbe se redressent dans les points qui correspondent aux sinus, de sorte que les siphons du manteau s'ouvrent dans la direction verticale et arrêtent en ces points le développement en largeur de la valve supérieure. Il en résulte deux échancrures du bord de la valve, qui se referment un peu plus loin par le développement transversal des régions voisines et se transforment ainsi en ouvertures ou *oscules* tout-à-fait comparables à ceux des Hippurites [1]. Au-dessous et sur les points correspondants, les lames externes de la valve inférieure s'infléchissent légèrement en dedans et produisent des piliers arrondis et assez peu saillants.

On n'a signalé encore en France que deux espèces dans la Craie tout-à-fait supérieure du bassin de la Dordogne. Mais M. Pervinquière a trouvé une valve inférieure de Radiolite à piliers dans le Sénonien de la Tunisie, et M. Toucas nous a remis une valve analogue provenant de Gosau.

1. Ce processus ressemble de tous points à celui qui donne naissance aux Térébratules trouées.

II. Biradiolitinés

Ce groupe comprend essentiellement les *Biradiolites* de d'Orbigny et est caractérisé par la présence de deux bandes presque toujours plates et nettement délimitées, qui correspondent aux deux ouvertures du manteau. Les espèces primitivement décrites étaient toutes dépourvues de ligament; M. Bayle a complété la série en établissant le genre *Sauvagesia* pour les espèces à bandes présentant à l'intérieur une arête ligamentaire; ces formes sont les plus anciennes : la valve inférieure est conique, dressée et couverte de côtes longitudinales, de grosseur variable ; les bandes elles-mêmes sont finement et régulièrement costulées. Il y a ainsi un contraste des plus marqués entre la forme et l'ornementation des espèces primitives, dans les deux groupes des Radiolitinés et des Biradiolitinés et cependant les *Præradiolites* et les *Sauvagesia* se rencontrent ensemble dans l'Albien supérieur du Texas et dans le Cénomanien supérieur de la France. Tout semble donc indiquer que ces groupes dérivent de deux formes différentes de la famille des Monopleuridés.

Lorsqu'on examine l'ensemble des Biradiolitinés, on pourrait croire tout d'abord qu'il comprend deux groupes distincts, caractérisés, le premier par des bandes costulées et le second par des bandes lisses ; mais en réalité ce dernier groupe n'est qu'une modification du premier et il existe des formes de passage incontestables. Ainsi M. Choffat [1], en décrivant sous le nom de *Biradiolites runaensis* une forme du Turonien supérieur de Runa (qu'il considère maintenant comme une simple variété du *B. Arnaudi*), indique [2] que « les bandes ont les côtes faiblement accentuées ou disparaissant même complètement ». Il reconnaît en même temps l'analogie que cette forme présente avec le groupe (à bandes lisses) du *Bir. angulosus*. Nous avons eu l'occasion de voir également des formes à bandes presque lisses recueillies par M. Fourtau dans le Turonien d'Egypte, à Abou-Roach ; aussi, tout en admettant qu'il existe des passages au *Bir. Arnaudi*, nous préférerions revenir à la première manière de voir de M. Choffat et réserver un nom spécifique distinct à ce type de passage.

1. Crétacique de Torres-Vedras, 1891. — Études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal, vol. I, 4e série, 1901-1902 (*Commission du Service géologique du Portugal*), p. 138, pl. VI, VII et VIII.
2. *Loc. cit.*, Études paléontologiques, p. 143.

En résumé le groupe des Biradiolitinés se trouve constitué de la manière suivante :

A. Formes a ligament

6° Genre **Sauvagesia** Bayle, 1886.

C'est le type primitif ; il est caractérisé par la présence d'une arête ligamentaire, par des côtes périphériques nombreuses et par des costules très régulières couvrant les deux bandes ; il est représenté par le *S. texana* de l'Albien supérieur du Texas, qui, jusqu'à présent, paraît être la forme la plus ancienne, par le *S. Nicaisei* du Cénomanien de l'Algérie, par le *S. Mantelli* du bassin de Paris et par le *S. Sharpei* (type du genre) du Portugal que M. Choffat fait remonter dans le Turonien moyen.

B. Formes dépourvues d'arête ligamentaire

7° Genre **Biradiolites** d'Orbigny, 1847.

Ce genre débute dans le Turonien moyen du Portugal avec le *B. Arnaudi* Choffat, qui se distingue du *Bir. cornupastoris* surtout par la proéminence de l'interbande I ; en France ces deux espèces sont associées dans le Turonien supérieur ; en Portugal et en Egypte apparaît à ce niveau le *Bir. runaensis*, qui commence à perdre les costules de ses bandes et forme le passage au groupe du *Bir. angulosus*, très développé dans le Turonien supérieur de l'Aquitaine.

A partir de ce moment on ne rencontre plus que des Biradiolites à bandes lisses ; ils présentent toujours, comme indice de leur origine, un développement considérable du ou des plis de l'interbande ; ils sont tantôt pleuroconques, à valve inférieure conique et dressée comme dans les formes que nous venons de citer et dans un petit nombre d'autres formes, comme par exemple *Bir. acuticostatus* ; tantôt au contraire la valve inférieure se couche sur le côté et la coquille devient plagioconque : *Bir. canaliculatus*, *Bir. fissicostatus*, *Bir. ingens*. Cette modification de forme correspond tout-à-fait à celle que nous avons signalée dans les *Præradiolites* ; elle est certainement en relation avec l'habitat et les formes plagioconques des deux genres s'accompagnent fréquemment dans les mêmes gisements.

Observations et conclusions

Nous avons essayé d'établir dans le groupe si nombreux des Radiolitidés une série de coupures permettant de les classer d'une manière commode, surtout au point de vue de la détermination des espèces. Ces groupements sont de valeur inégale, les uns représentent des genres tels que nous les avons précédemment définis, tandis que les autres n'ont que la valeur de section. Les premiers représentent des rameaux, tandis que pour les autres l'unité d'origine est encore douteuse.

Ainsi les *Præradiolites* paraissent bien représenter un vrai genre avec des caractères distinctifs nets, surtout si l'on s'en tient aux formes anciennes. Les formes du Turonien et du Sénonien paraissent dériver incontestablement des formes précédentes ; on peut signaler comme une confirmation de cette manière de voir la réapparition par atavisme, au milieu des espèces campaniennes, d'une forme, *Præradiolites alatus*, qui reproduit les caractères primitifs du genre.

Les *Radiolites* et les *Sphærulites* sont moins nettement séparés; ils dérivent des *Præradiolites* ; il faut donc s'attendre à rencontrer des formes de passage, pour lesquelles la détermination générique pourra rester incertaine. Mais on peut se demander en outre si ces groupes ont bien une origine unique et s'ils ne représentent pas simplement des adaptations des *Præradiolites* normaux à des conditions d'existence un peu différentes, par exemple à une station moins profonde et plus rapprochée du rivage. Une question analogue peut se poser pour le genre *Bournonia*, qui ne renferme qu'un très petit nombre d'espèces ; il est même probable que les *B. excavata* et *Bournoni* représentent les extrémités de deux rameaux différents et ne dérivent pas directement l'un de l'autre. Il est donc prudent de considérer ces trois groupes comme de simples sections. Les *Lapeirousia* au contraire paraissent constituer un genre naturel, qui aurait apparu dès le Santonien, comme semble l'indiquer la découverte récente de formes à piliers dans le Sénonien de la Tunisie et de Gosau.

Les *Sauvagesia* réprésentent aussi un groupe naturel bien délimité, mais qui n'a eu qu'une courte durée. Les *Biradiolites* sont également assez homogènes et paraissent bien n'avoir qu'une origine unique, le *Bir. Arnaudi*, auquel ils ont emprunté pour la plupart le grand développement du pli intermédiaire I. On pourrait seulement se demander si le *Bir. cornupastoris* ne représenterait

pas un rameau distinct et parallèle avec une ornementation moins différente de celle de la forme ancestrale, *Sauvagesia Sharpei* ; ce deuxième groupe serait caractérisé par une zone intermédiaire moins spécialisée ; on pourrait être tenté de lui rattacher le *Bir. lumbricalis* [1], mais d'un autre côté le passage de cette forme au *Bir. angulosus* ne paraît pas douteuse.

On peut donc résumer comme suit la classification que nous proposons :

FAMILLE DES *RADIOLITIDÉS*

I. Tribu des *RADIOLITINÉS*

Deux sinus correspondant aux deux ouvertures principales du manteau, anale (S) et respiratoire (E), et quelquefois un pli (V) correspondant à l'ouverture pédieuse.

A. Formes avec arête ligamentaire

1° Genre *Præradiolites* nov. gen. — Lames externes lisses ou ondulées, en dehors de la zone postérieure, qui est fortement plissée et présente deux sinus E et S et un pli pédieux V dans les formes anciennes (*cantabricus*, *Davidsoni*, *triangularis*, *Fleuriaui*) et presque toujours deux sinus et trois plis (V, I et PD) dans les formes dérivées (*ponsianus*, *plicatus*, *Moulinsi*, *Coquandi*, *sinuatus*, *Toucasi*, *Hœninghausi*, *Leymeriei*) ; mais quelquefois *(alatus)* on ne retrouve que les deux sinus et le pli pédieux, et quelquefois même seulement les deux sinus *(biskarensis)*. Type : *P. Fleuriaui.*

2° Section *Radiolites* Lamarck, 1801. — Lames externes plissées ; les sinus et les plis primitifs sont encore bien visibles dans les formes anciennes du groupe du *radiosus* (*lusitanicus*, *Choffati*, *Peroni*, *Lefevrei)*. Mais assez rapidement les plis principaux se confondent avec ceux qui ornent tout le pourtour de la coquille et on ne distingue plus que les deux sinus, correspondant à un redressement assez marqué des lames externes. Souvent le sinus S est plus fortement redressé que le sinus E (*Sauvagesi*, *angeiodes*, *Nouleti*).

3° Section *Sphærulites* Delamétherie, 1805. — Lames externes très développées et tout-à-fait étalées, tantôt lisses, tantôt plus ou moins ondulées. On distingue sur le limbe deux bourrelets ou saillies, correspondant aux sinus (*foliaceus*, *patera*, *Sæmanni*, *cylindraceus*.

1. Genre *Distefanella* Parona, 1900.

B. Formes sans arête ligamentaire

4° Section *Bournonia* Fischer, 1887. — Comprend les espèces à forme de *Præradiolites* (*excavata*, *Bournoni*).

5° Genre *Lapeirousia* Bayle, 1878. — Comprend les espèces à forme de *Sphærulites* ; les lames externes sont largement étalées ; elles présentent sur la valve inférieure deux piliers assez peu saillants, correspondant aux ouvertures du manteau E et S, et deux oscules sur la valve supérieure (*Jouanneti*). Des formes nouvelles ont été découvertes dans le Santonien.

II. Tribu des *BIRADIOLITINÉS*

Deux bandes correspondant aux deux ouvertures du manteau E et S.

A. Formes avec arête ligamentaire

6° Genre *Sauvagesia* Bayle, 1886. — Lames externes plissées ; bandes finement costulées (*texana*, *Sharpei*, *Nicaisei*, *Mantelli*).

B. Formes sans arête ligamentaire

7° Genre *Biradiolites* d'Orbigny, 1847. — Formes anciennes à bandes costulées, c'est-à-dire à forme de *Sauvagesia* (*cornupastoris*, *Arnaudi*) ; formes dérivées à bandes lisses et à pli intermédiaire souvent unique et très développé (*angulosus*, *lumbricalis*, *acuticostatus*, *canaliculatus*, *fissicostatus*, *royanus*, *ingens*).

SUR UN NOUVEAU GENRE DE *RADIOLITES*

par M. H. DOUVILLÉ.

(Planche XV, fig. 9-12).

Nos confrères, MM. Mouret et Arnaud, ont découvert une forme nouvelle, très curieuse, dans le Santonien des environs de Sarlat.

C'est une coquille constituée par deux valves subégales de forme capuloïde ; le test est complètement silicifié. Intérieurement on constate la présence d'un appareil cardinal de Radiolite, mais extérieurement on ne retrouve pas les caractères habituels de ce groupe : la forme générale est bien différente, les lames externes du test sont très peu développées et on n'observe ni bandes, ni sinus.

La valve droite est un peu plus développée que l'autre ; elle est tout-à-fait capuloïde, c'est-à-dire qu'elle est conique et fortement incurvée du côté dorsal ; elle se termine par une pointe recourbée, sur laquelle on ne distingue pas de trace de surface de fixation. L'ouverture de la valve est plus ou moins demi-circulaire et largement aplatie sur le côté antérieur.

La surface externe est ornée de fines costules longitudinales interrompues par quelques lamelles d'accroissement. Le test est mince et les lames externes ne présentent pas le développement si caractérisé que l'on constate habituellement chez les Radiolites. C'est à peine si on observe quelques lamelles imbriquées les unes sur les autres sur une zone étroite de la région dorsale, immédiatement à côté de l'arête cardinale.

A l'intérieur le repli ligamentaire est petit, peu développé, mais cependant nettement visible, il correspond à l'extrémité de la région antérieure aplatie et à la ligne de plus grande courbure de la coquille. Le ligament paraît mince et se développe transversalement à la direction du repli ligamentaire, comme dans tous les Radiolites. La nature siliceuse du test empêche de distinguer dans cette région les couches externes des couches internes.

A droite et à gauche du ligament on observe des lamelles saillantes qui délimitent des rainures où viennent s'insérer les dents cardinales de la valve gauche. Ces rainures sont ouvertes du

côté interne sur presque toute leur longueur et c'est à peine si à leur extrémité inférieure une légère cavité représente la fossette proprement dite.

De chaque côté de l'appareil cardinal on distingue une large impression musculaire à peu près demi-circulaire et limitée sur son pourtour par une crête saillante qui vient se relier au bord des fossettes cardinales.

La valve supérieure est moins conique et son sommet est tout-à-fait rejeté du côté dorsal, à une petite distance du bord de la valve. A l'intérieur l'arête ligamentaire se distingue facilement dans la région dorsale et aboutit à l'insertion du ligament qui vient s'allonger sur la base commune des deux dents cardinales. Celles-ci sont lamelliformes, cannelées sur leur bord dorsal et réunies entre elles sur presque toute leur longueur ; elles sont accompagnées par les apophyses myophores minces, très saillantes, séparées des dents cardinales par deux échancrures. Comme toujours l'échancrure postérieure est plus profonde ; on sait qu'elle correspond au passage du rectum.

Ce qui frappe le plus dans cette forme aberrante, c'est la minceur du test ; les lames internes elles-mêmes sont compactes et ne présentent pas les lacunes irrégulières qu'on observe si fréquemment dans un grand nombre de coquilles fixées (Rudistes, Huîtres). C'est au peu de développement des lames externes qu'il faut attribuer l'absence des sinus si caractéristiques des Radiolitinés. En examinant avec soin le limbe de la valve supérieure on aperçoit seulement une légère dépression du contour, immédiatement après l'extrémité de l'apophyse myophore postérieure ; elle doit correspondre à l'ouverture anale du manteau. Une seconde dépression à peine marquée indique un peu plus loin la deuxième ouverture. Au-delà il reste encore un petit intervalle, dans lequel pourrait venir se placer l'ouverture pédieuse, si elle existe.

Nous avons déjà dit que l'extrémité recourbée de la valve droite ne présentait aucune indication d'une surface de fixation ; la coquille a donc vécu *libre* et seulement appuyée sur le fond de la mer. Toutefois il n'est pas possible d'affirmer que la coquille n'était pas fixée dans la première période de son développement, il est même très probable qu'il en était ainsi, mais ce premier stade a du être très court et très rapidement la coquille a dû se développer sans support. Ce mode d'existence ne paraît pas encore avoir été signalé et cependant on le retrouve dans un assez grand nombre de formes, aussi bien dans les *Præradiolites* (*sinuatus*, *Hœninghausi*) que dans les *Biradiolites* (*ingens*). La valve inférieure se

couchait alors sur le fond en s'appuyant sur son côté antérieur, la région du sinus se redressait plus ou moins et la commissure des valves devenait oblique, c'est la disposition que nous avons désignée sous le nom de plagioconque. Mais dans ces diverses formes les lames externes se développent beaucoup et constituent de larges expansions, qui augmentent considérablement la surface d'appui de la coquille.

Ici il en est tout autrement ; les lames externes sont minces et n'ont guère plus d'importance que dans les Lamellibranches normaux ; aussi la coquille s'est-elle rapprochée de la position normale des animaux de ce groupe, dans laquelle le plan de la commissure des valves est vertical : la coquille est devenue orthoconque et sa position est comparable à celle d'une Pholade ou d'une Pholadomye. Toutefois l'aplatissement de la coquille du côté antérieur et sa forme générale semblent bien indiquer que l'animal vivait simplement sur le fond, où il pouvait peut-être même se déplacer avec son pied, et qu'il n'était pas logé dans un trou comme les espèces perforantes.

Cette forme si particulière de Radiolite nous a paru constituer un genre particulier que nous dédions à notre collègue et ami, M. Mouret, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, qui nous en a communiqué les premiers échantillons.

Genre **Mouretia**, nov. form. — Radiolitiné à charnière normale avec arête ligamentaire ; deux dents cardinales et deux larges apophyses myophores sur la valve gauche ; deux rainures cardinales sur la valve droite. La valve inférieure droite n'était pas fixée et l'animal vivait librement au fond de la mer en s'appuyant sur son extrémité antérieure, manifestement aplatie sur les deux valves. La commissure des valves est normale à cette surface d'appui. Les lames externes sont minces, très peu développées et ne présentent pas les sinus habituels. Les lames internes sont compactes, comme dans les Lamellibranches non fixés.

Deux points caractérisent particulièrement ce type, la forme extérieure et la structure particulière du test, et encore nous avons vu que le premier de ces éléments résulte lui-même de la minceur du test. Nous sommes ainsi amenés à considérer les *Mouretia* comme des Radiolites, ou plus exactement des *Præradiolites* à test mince qui, vivant librement au fond de la mer, se sont notablement rapprochés de la forme normale des Lamellibranches.

Au point de vue de la classification, ce type est aujourd'hui complètement isolé, mais peut-être arriverons-nous plus tard à le rapprocher de certaines formes fixées dont il dériverait, c'est alors seulement qu'il serait possible de le caractériser d'une manière complète.

Au point de vue géologique, à quelles particularités correspond cette non fixation des Radiolites ? En étudiant, il y a quelques années, les falaises des environs de Royan, nous avons été frappés de voir que, dans ce gisement, tous ou presque tous les Radiolites étaient couchés sur le côté, c'est-à-dire étaient plagioconques (*Præradiolites Hœninghausi*, *Bournonia Bournoni*, *Biradiolites royanus*) ; ces divers fossiles sont encore en place, nous les trouvons où ils ont vécu et ils n'étaient *pas fixés*. Un autre caractère frappant de ces couches c'est l'absence ou tout au moins la rareté extrême des Hippurites, personnellement nous n'en avons jamais rencontré aucun débris.

Or, on connaît dans le voisinage, au Cailleau, immédiatement à l'est de Meschers, la craie blanche à *Micraster* et *Echinocorys* avec son faciès habituel : elle présente tous les caractères d'un dépôt de mer profonde. Au-dessus, à Meschers même, le faciès change, la craie devient plus grossière, c'est le faciès de Royan, où abondent les Bryozoaires avec les Orbitoïdes et les Radiolites ; c'est la zone côtière inférieure, dans laquelle on rencontre encore des bancs de *Pycnodontes* (groupe de l'*Ostrea vesicularis* et de l'*O. cochlear*). Ce n'est que plus haut encore, dans la zone côtière supérieure et dans la zone littorale que viendraient se développer les Hippurites, souvent associés avec les Algues calcaires et avec les Radiolites plissés. Tout semble donc bien indiquer que les Radiolites non fixés correspondent à une station plus profonde que celle dans laquelle se développent habituellement les Rudistes et nous pourrons en conclure que les *Mouretia* sont des Radiolites déformés par un habitat en eau profonde et dérivant de quelque type à test mince encore à déterminer.

Nous ne connaissons qu'une seule espèce de cette section, le *M. Arnaudi*, que nous dédions au géologue éminent qui a tant contribué à nous faire connaître la Craie du Sud-Ouest et qui a bien voulu nous communiquer une bonne série de cette espèce intéressante ; il a recueilli ces échantillons dans les fossés de la route de Marcillac à Sarlat, un peu au-dessus de la base du Santonien supérieur N², « en compagnie de *Hipp. Maestrei*, *Sphærulites* cf. *patera*,

Biradiolites Mauldei, Bir. fissicostatus ». La même espèce a été recueillie également au même niveau par MM. Arnaud et Mouret un peu plus au sud, près de Frayssinet-le-Gelat.

Nous reviendrons plus tard sur les conditions assez spéciales de ces gisements de fossiles siliceux dans le bassin de l'Aquitaine.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XV

Fig. 1, 2, 3, 4 et 5. — *Præradiolites Fleuriani* d'Orbigny, du Cénomanien du Mans ; les échantillons 1 et 2 montrent près de la pointe la surface de fixation rappelant celle des Exogyres. S, E, zones correspondant aux ouvertures anale et respiratoires du manteau ; V, pli correspondant à l'ouverture pédieuse ; L, repli ligamentaire.

Tous ces échantillons sont grossis deux fois environ.

Fig. 6, 7. — *Præradiolites Davidsoni* Hill, de l'Albien, du Texas, montrant le pli V et les deux bourrelets aplatis E et S, correspondant aux trois ouvertures du manteau (Echantillons donnés par M. Hill); en vraie grandeur.

Fig. 8. — *Præradiolites triangularis* d'Orb., du Cénomanien d'Angoulême, montrant également le pli V, le bourrelet aplati et très peu saillant E et le bourrelet S beaucoup plus saillant et terminé par un méplat très marqué; en vraie grandeur.

Fig. 9, 10, 11 et 12. — *Mouretia Arnaudi* nov. sp., du Santonien de Sarlat ; 9*a*, 9*b*, 9*c*, une valve supérieure en vraie grandeur ; 9*d*, 9*e*, la même, grossie un peu plus de 2 fois ; 10, 11 et 12, valves inférieures, en vraie grandeur. — Echantillons donnés par MM. Mouret et Arnaud.

Tous ces échantillons font partie de la collection de paléontologie de l'Ecole des Mines.

SUR L'AGE DES COUCHES
A *NUMMULITES CONTORTUS* ET *CERITHIUM DIABOLI*

par M. Émile HAUG.

La succession des Nummulites dans l'Eocène du bassin méditerranéen a déjà fait l'objet d'un grand nombre de travaux. Je rappellerai ceux de Max von Hantken sur la Hongrie, de Ph. de la Harpe sur les Alpes occidentales, Biarritz et l'Egypte, de M. Ficheur sur l'Algérie, de M. Munier-Chalmas et de M. Oppenheim sur le Vicentin et, en dernier lieu, ceux de M. Douvillé sur l'Aquitaine [1]. Plusieurs « échelles » des Nummulites ont été proposées, la plus connue est celle de Ph. de la Harpe [2], M. Douvillé y a apporté récemment quelques modifications heureuses. C'est ainsi qu'il réunit les deux horizons supérieurs de Ph. de la Harpe, caractérisés respectivement, l'inférieur par le couple *intermedius-Fichteli*, le supérieur par le couple *vascus-Boucheri*, en une zone unique. Une autre simplification résulte de la disparition du niveau des Nummulites lisses (*complanatus-Tchihatcheffi*) comme zone indépendante. En revanche, M. Douvillé intercale, entre la zone à *planulatus-elegans* et la zone à *lævigatus-Lamarcki*, une zone à *Nummulites atacicus*. Cette intercalation me paraît peu justifiée, car dans le Vicentin, ainsi qu'il ressort des belles recherches de M. Munier-Chalmas [3], *N. lævigatus* se rencontre dans les mêmes couches que *N. atacicus* et non pas dans des couches plus anciennes.

Je serais de plus assez disposé à réduire encore le nombre des zones dans la partie moyenne de l'échelle, mais je reviendrai plus loin sur ce point particulier. Mon but n'est pas d'ailleurs de proposer une nouvelle échelle des Nummulites, je veux essayer d'établir la position exacte dans la série éocène d'un horizon important qui figure dans toutes les échelles.

1. H. Douvillé. Sur le terrain nummulitique de l'Aquitaine. *B. S. G. F.*, (4), II, 1902, p. 15-36.

2. Ph. de la Harpe. Les Nummulites du comté de Nice, leurs espèces et leur distribution stratigraphique, et échelle des Nummulites. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, vol. XVI, Bull. n° 82, 1879, p. 201-243, pl. X. — Id. Etude des Nummulites de la Suisse, 1re partie. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. VII, 1880, p. 68-77.

3. Munier-Chalmas. Etude du Tithonique, du Crétacé et du Tertiaire du Vicentin. In-8°, xxviii et 184 p. Paris, 1891.

Il s'agit de celui qui est caractérisé par le couple *contortus-striatus* [1]. C'est l'horizon moyen des Nummulites striées de Hantken et de la Harpe, c'est le sixième niveau de M. Douvillé.

L'accord est loin de régner sur le classement de ce niveau. Tandis que Hantken, de la Harpe, M. Oppenheim [2], en font du Bartonien, M. Douvillé l'assimile au Priabonien de la classification de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent. Beaucoup d'auteurs (Carez, Renevier, Ficheur, A. Koch, L. Bertrand, etc.) citent le couple *contortus-striatus* associé aux espèces caractéristiques de l'Éocène moyen, d'autres (Zittel, P. Lory) font figurer soit *N. contortus* soit *N. striatus* parmi des formes de l'Éocène supérieur. M. Munier-Chalmas, dans une note publiée en collaboration avec Hébert [3], place les « couches à *Nummulites striata* » de Hongrie au niveau des couches de Roncà (Bartonien), tandis que dans le Vicentin il cite le couple parmi les espèces des couches de Priabona.

Dans les pages qui suivent, je vais chercher à démontrer que la zone à *Nummulites contortus* occupe la partie tout-à-fait supérieure du Bartonien.

Fixation de l'espèce. — Il importe avant tout de fixer avec précision l'identité des deux espèces qui caractérisent l' « horizon moyen des Striées ».

Le nom de « *striata* » remonte à Bruguière [4], qui crée sous le nom de *Camerina striata*, sans la figurer, une espèce qu'il carac-

1. Les belles recherches de MM. Munier-Chalmas et Schlumberger ont montré que le dimorphisme, soupçonné chez les Nummulites par Hantken, est un phénomène très fréquent chez les Foraminifères. Une explication définitive en a été donnée simultanément par Lister et par Schaudinn. D'après ces auteurs le dimorphisme doit être attribué à des générations alternantes, les individus à microsphère donnant naissance, par division nucléaire et formation d'embryons internes, à des individus à mégalosphère, qui, à leur tour, donnent naissance, au moyen de spores, à des individus à microsphère. Il n'y a donc aucun doute au sujet de l'identité spécifique des deux formes constituant un « couple » et c'est évidemment celui des deux noms qui est le plus ancien qui doit rester à l'espèce. Dans la pratique il peut être utile de citer les deux noms, en les réunissant par un trait d'union, afin d'éviter toute confusion. C'est la notation que j'ai employée dans ce travail. J'ajouterai que le substantif *Nummulites* doit, en raison de sa terminaison, être considéré comme masculin.

2. P. Oppenheim. Ueber die Nummuliten des Venetianischen Tertiärs. In-8°, 28 p., 1 pl. Berlin, 1894.

3. Hébert et Munier-Chalmas. Terrain tertiaire de la Hongrie (Bakony, Gran, Buda-Pesth). *C. R. Ac. Sc.*, 1877, 2e sem., pp. 125-128, 181-186.

4. Bruguière. Encyclopédie méthodique. Histoire naturelle des Vers, t. I, p. 399. Paris, 1792.

térise de la manière suivante : « Camerina, teste lenticulari, a centro ad marginem utrinque striata ». La synonymie donnée par l'auteur ne permet pas davantage que cette diagnose d'identifier l'espèce. En effet, les figures citées de Scheuchzer, Spada, Bourguet, Guettard sont absolument méconnaissables. Mais il est manifeste que Bruguière avait en vue, en créant son espèce, des échantillons de Faudon, près Ancelle, les seuls qu'il paraît avoir eus sous les yeux. « J'en ai reçu, dit-il, en dernier lieu un envoi qui m'en a été fait par Faujas de Saint-Fonds, qui avaient été ramassés par ce savant naturaliste sur la montagne d'Ancelle, près de Gap, en Dauphiné, à douze cents toises de hauteur au-dessus du niveau de la mer ».

L'espèce n'ayant pas été figurée par son auteur, il convient de se rapporter aux premières figures qui en ont été données par d'Archiac et Haime [1] dans leur « Monographie des Nummulites ». Malheureusement dans cet ouvrage classique se trouvent figurés, pl. VIII, fig. 9-14, non seulement plusieurs individus de l'espèce, mais encore plusieurs variétés, provenant de diverses localités et, comme on sait, les auteurs n'indiquent pas, dans l'explication des planches, la provenance des échantillons qu'ils figurent. Ils mentionnent cependant expressément Faudon parmi les localités où se trouve ce type (fig. 9).

Dès 1834 Deshayes avait, d'autre part, créé sous le nom de *Nummulites contortus*, une seconde espèce provenant de Faudon. Cette fois-ci il s'agit de figures qui ne sont pas accompagnées de descriptions. Les trois figures (fig. 7, 8, 9) font partie de l'unique planche de fossiles (Pl. XIII. Corps fossiles, espèces nouvelles) qui se trouve dans l'ouvrage consacré par le préfet Ladoucette à la description du département des Hautes-Alpes [2]. Le nom de *Nummulites contortus* ne figure que dans l'explication de la planche, une liste de fossiles de Faudon, due à Deshayes, que l'auteur donne dans le corps de l'ouvrage [3], mentionne parmi les Mollusques *(sic)* : « *Nummulites*, deux espèces nouvelles ». Les figures sont heureusement très reconnaissables, je compte en donner prochainement une reproduction dans *Palæontologia universalis*.

En 1850, A. d'Orbigny [4] réunit *Camerina striata* Brug. et

1. D'Archiac et Jules Haime. Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde. Paris, 1853.

2. J.-C.-F. Ladoucette. Histoire, topographie, antiquités, usages, dialectes des Hautes-Alpes, avec un atlas. Seconde édit., 8°, 664 p., 13 pl. Paris, 1834.

3. *Loc. cit.*, p. 564, v. p. 210 une description sommaire du gisement.

4. A. d'Orbigny. Prodrome, II, p. 406.

Nummulites contortus Desh. sous le nom de « *Nummulites striata* d'Orb., 1847 ». Il est évident que cette manière de faire n'est pas conforme aux règles de priorité, puisque Bruguière n'a pas figuré son espèce. Si les deux types doivent être réunis, c'est le nom donné par Deshayes qui s'impose.

D'Archiac, toutefois, sépare les deux espèces et donne une figure de *Nummulites contortus*, en lui attribuant, chose curieuse, une mégalosphère.

De la Harpe [1] est vraisemblablement le premier auteur qui ait reconnu les affinités étroites qui unissent les deux formes. Dans son beau travail sur les Nummulites des Alpes françaises, il étudie en détail les deux types et dit de *Nummulites striata* d'Orb. : « Reproduit en petit exactement les caractères que nous venons de décrire pour la *N. contorta* et auxquels il faut ajouter une chambre centrale » [2]. Dans plusieurs autres travaux du même auteur les deux formes sont citées comme constituant un « couple ».

Voici maintenant les résultats de mes observations personnelles.

J'ai eu, dans ces dernières années, l'occasion de visiter à plusieurs reprises le gisement de Faudon [3], tantôt seul, tantôt conduit par notre excellent confrère, M. David Martin, conservateur du Musée de Gap, auquel je tiens à exprimer ici ma plus vive gratitude pour le dévouement qu'il m'a témoigné dans nos courses communes dans le Gapençais et dans l'Embrunais.

J'ai recueilli sur le fameux « chemin des lentilles » un lot de Nummulites comprenant certainement plusieurs milliers d'individus. Dans ce nombre je n'en trouve que dix-neuf qui puissent se rapporter à *Nummulites contortus*. La proportion des individus à microsphère par rapport à ceux à mégalosphère est donc bien inférieure à celle de 5 % qu'indique de la Harpe, 5 ‰ serait plus près de la réalité. La très grande majorité des individus appartient incontestablement au type figuré par d'Archiac sous le nom de *N. striatus*. J'ai recueilli également un très grand nombre d'indi-

1. Ph. DE LA HARPE. Nummulites des Alpes françaises. *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.*, t. XVI, Bull. 82, p. 409-434, 1879.

2. Page 417.

3. La carte de l'Etat-Major ne peut qu'induire en erreur sur la situation exacte de la localité de Faudon. Elle porte un lac Foudon sur le territoire de la Bâtie-Neuve, sur le versant sud de la montagne cotée 1712 m. qui porte la tour Saint-Philippe. Le gisement fossilifère est situé sur le versant opposé de cette montagne, exactement au nord de la tour, sur le chemin qui conduit d'Ancelle au Collet. L'orthographe Foudon correspond mieux à la prononciation locale que l'orthographe usuelle. Guettard parle des « Casses-de-Foudant », au-dessus d'Ancelle.

vidus de *N. variolarius* Lamk., signalé aussi à Faudon par de la Harpe, qui indique fort bien les caractères qui le distinguent des petits *N. striatus*. J'ai cherché en vain la forme correspondante à microsphère (*N. Heberti* d'Arch.), il ne doit pas être facile de la distinguer extérieurement de *N. striatus*.

Pour la description détaillée des trois formes de Faudon je renvoie au travail déjà cité de Ph. de la Harpe. Je me contenterai de rectifier quelques points et d'insister sur plusieurs caractères qui ont échappé au regretté spécialiste.

Je ne dirai rien de la forme générale ni des caractères de la spire des grands *Nummulites contortus* typiques. Les plis de la surface et les filets cloisonnaires sont décrits par de la Harpe comme étant « raides et droits, rarement recourbés ». En réalité, les filets ne sont qu'exceptionnellement droits et rayonnants, leur caractère le plus saillant est leur disposition en tourbillon, la plupart d'entre eux étant fortement réfléchis en arrière, un petit nombre seulement étant disposés normalement à la spire. Souvent même ils viennent converger vers un ou plusieurs points disposés excentriquement. Beaucoup de filets se bifurquent en un point quelconque de leur parcours et les deux rameaux marchent ensuite plus ou moins parallèlement, exceptionnellement ils confluent de nouveau ou se bifurquent encore. La disposition des filets cloisonnaires est donc des plus irrégulières, ainsi qu'il ressort d'ailleurs des figures originales de Deshayes, qui sont d'une exactitude remarquable.

L'irrégularité est un peu moindre chez les formes mégalosphériques connues sous le nom de *Nummulites striatus*, cela tient au plus petit nombre de filets et à leur moins long parcours, mais là aussi la disposition en tourbillon, la bifurcation et la confluence des filets sont chose fréquente.

Il est encore un caractère, des plus intéressants, qui se retrouve aussi bien chez les grandes formes à microsphère que chez les petites à mégalosphère. Je n'en ai vu faire mention par aucun auteur, c'est M. Munier-Chalmas qui a bien voulu m'y rendre attentif et je l'ai observé sur tous les échantillons bien conservés. Les filets cloisonnaires portent sur chacune de leurs faces de petites indentations soit normales soit légèrement obliques et de hauteur inégale, qui font saillie vers l'intérieur des loges, sans jamais se rejoindre d'une cloison à l'autre. Ces indentations correspondent exactement à celles que M. Douvillé [1] a figurées sur des échantil-

1. H. Douvillé. Etudes sur les Nummulites, 1re note. *B. S. G. F.*, (4), II, p. 207-213, pl. V, 1902.

lons de *Nummulites lævigatus* provenant de Saint-Barthélemy (Landes) et de Gomerfontaine (Oise). Elles se détachent en blanc sur le calcaire noir qui remplit les loges et sont surtout visibles lorsque le test lui-même a disparu.

Position stratigraphique des couches a Nummulites contortus de Faudon. — Je ne suis pas encore à même de donner une étude stratigraphique détaillée de la localité de Faudon. Il est cependant un certain nombre de points que je puis dès à présent préciser. Je pense qu'ils contribueront à éclaircir la question de l'âge des couches à *N. contortus*.

La série nummulitique repose à Faudon, comme en plusieurs points du Champsaur, sur les marnes callovo-oxfordiennes [1]. Elle débute souvent par un conglomérat de base, très développé par exemple au Forestier, dans un témoin, conservé grâce à un synclinal, qui domine la Bâtie-Neuve. A Faudon même ce conglomérat n'existe pas et les premières couches éocènes sont constituées par des marnes sableuses grises, pétries de petites Nummulites et visibles notamment au sommet des ravins oxfordiens qui descendent vers le Château-d'Ancelle, à l'ouest du grand éboulis. Ces Nummulites ne dépassent pas 2,5 mill. de diamètre, elles sont granulées au centre et possèdent des filets cloisonnaires rayonnants, mais tortueux et irrégulièrement divisés. C'est probablement l'espèce que d'Archiac cite avec doute de Faudon sous le nom de *Numm. Lucasana*. Cette dernière espèce se distingue toutefois de la nôtre par la présence de piliers situés dans l'intervalle des filets. Il semble que de la Harpe ait eu sous les yeux des échantillons de la même espèce, provenant de Saint-Bonnet ; il parle [2] « de petites Nummulites striées, carénées, portant quelques granulations vers l'ombilic, indéterminables ». M. P. Lory cite d'une localité voisine, les Marrons de Chaillol, « des Nummulites granulées, probablement *N. Garnieri* de la H. *in litt.* ». Dans tous les cas l'espèce ne peut être identifiée avec aucun type figuré.

Il est à remarquer qu'elle se rencontre également, quoique fort rare, dans les couches où *N. striatus* commence à apparaître. Toutefois la réciproque n'est pas vraie, aucun *N. striatus* ne se trouve dans ces couches inférieures à petites Nummulites granulées, qui contiennent cependant déjà quelques Cérithes.

1. E. Gueymard. Sur la minéralogie et la géologie du département des Hautes-Alpes. Grenoble, 1830, p. 53. Gueymard confondait, il est vrai, les marnes callovo-oxfordiennes avec le Lias.

2. Numm. des Alpes françaises, p. 425.

Une masse de schistes calcaires blancs, dont il est difficile d'évaluer l'épaisseur, en raison des glissements de terrain, paraît séparer ce niveau inférieur du principal niveau fossilifère de Faudon, qui est donc bien loin de se trouver tout à fait à la base de la série. Les trois formes caractéristiques de Nummulites, dont il a été question plus haut, sont particulièrement abondantes dans des couches où se rencontrent également quelques Gastropodes, de petits Zoanthaires et d'assez nombreuses *Operculina ammonea* Leym. Les Mollusques d'eau saumâtre [1], tels que *Cerithium diaboli* Brong., *C. plicatum* Brug., *C. elegans* Desh. et les grosses *Natica vapincana* sont particulièrement abondants dans des bancs spéciaux, distincts de la couche principale, qui renferme la majorité des Zoanthaires et les Mollusques franchement marins, tels que *Turritella imbricataria* Lam., *Pleurotoma claviculare* Lam.

Les différentes couches paraissent correspondre à de légères variations dans la salure des eaux, mais elles forment un ensemble dans lequel *N. striatus* se rencontre à tous les niveaux. Il n'est pas exact que les Mollusques et les Polypiers occupent un niveau plus élevé que les Nummulites, comme l'indique Charles Lory [2]. Je m'étais basé sur cette donnée inexacte pour ranger les couches à *Nummulites striatus* dans le Bartonien, les couches à Mollusques dans le Priabonien [3]. En réalité, les deux éléments de la faune sont associés et doivent être placés au même niveau dans l'échelle stratigraphique. Aux Diablerets on rencontre d'ailleurs exactement la même association.

Il existe à Faudon un troisième niveau à Nummulites. Les couches précédentes sont surmontées par une corniche de calcaires gris foncé ou noirs, très répandus dans le pays, à Pontis, au Lauzet, au col Bas, etc. Ils constituent toujours le terme le plus élevé de la série nummulitifère et renferment en abondance des *Orthophragmina*, des Operculines et une petite Nummulite que je crois pouvoir rapporter à *Nummulites Boucheri* de la H. Je n'ai jamais rencontré dans ces calcaires de forme qui puisse être déterminée *Numm. contortus* ou *striatus*. Au-dessus des calcaires viennent enfin les grès siliceux qui forment le sommet de Saint-Philippe et qui correspondent aux « grès d'Annot », des Basses-Alpes.

1. E. Hébert et E. Renevier. Description des fossiles du terrain nummulitique supérieur des environs de Gap, des Diablerets et de quelques localités de la Savoie. *Bull. Soc. statist. Isère*, 2e sér., vol. III, 1854, 88 p., 2 pl.

2. Ch. Lory. Description géologique du Dauphiné, p. 480. Grenoble, 1860.

3. E. Haug. Etudes sur la tectonique des Hautes Chaînes calcaires de la Savoie. *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 47, p. 29, 1895.

A Faudon, comme dans les Alpes-Maritimes, comme dans le Vicentin, comme en Hongrie, comme à Biarritz, les couches à *Numm. contortus-striatus* occupent donc un niveau inférieur à celui qui est caractérisé par les deux couples *vascus-Boucheri*, *intermedius-Fichteli*.

Dans la région voisine des Basses-Alpes (vallée du Verdon), les couches à *Cerithium Diaboli*, découvertes par Garnier, supportent, d'après cet auteur [1], des calcaires à petites Nummulites et des calcaires marneux à Orbitoïdes et Operculines, complexe dans lequel de la Harpe a signalé *Nummulites intermedius-Fichteli* et des formes du groupe de *Numm. Boucheri*.

Dans le Dévoluy et dans le massif de Céuze M. P. Lory a relevé une succession analogue [2].

Dans les Alpes Vaudoises, en particulier aux Diablerets et dans le massif de Morcles (Vire d'Argentine), M. Renevier [3] distingue les « couches à Cérites », recouvertes par les « calcaires à petites Nummulites ».

Les couches à *Cerithium Diaboli* renferment la célèbre faune étudiée en 1854 par Hébert et Renevier, *Nummulites striatus* y est abondante, c'est exactement l'équivalent des couches de Faudon. Quant aux calcaires à petites Nummulites, ils semblent bien correspondre, comme dans les Alpes françaises, à un horizon nummulitique supérieur. D'après les déterminations de Ph. de la Harpe (in Renev.), on rencontre à ce niveau : *Nummulites intermedius-Fichteli*, *N. Boucheri*, *N. Tournoueri*, espèces caractéristiques des couches supérieures de Biarritz. La citation de *N. striatus* et *contortus* me paraît sujette à caution, car elle ne figure plus dans les derniers travaux du regretté spécialiste.

Les opinions les plus diverses ont été émises sur l'âge des couches à Cérithes de Faudon et des Diablerets. Leur niveau oscille, suivant les auteurs, du Lutétien au Stampien. L'auteur qui les a le plus vieillies, M. Renevier, les place, dans sa « Monographie », au niveau du Calcaire grossier supérieur. M. Gustave Dollfus, par contre, paraît les ranger dans l'Oligocène moyen [4], car il attribue cet âge aux couches à *Cerithium Diaboli* de Casteou d'Infer, près Mons

1. A. Garnier. Terrains tertiaires de l'Asse, du Verdon et du Var. *B. S. G. F.*, (2), XXIX, p. 694, 1872.

2. *In* P. Lory. Sur les couches à Nummulites du Dévoluy et des régions voisines. *B. S. G. F.*, (3), XXIV, p. 42, 1896.

3. E. Renevier. Monographie des Hautes-Alpes vaudoises. *Matér. Carte géol. Suisse*, 16e livr., 1890, p. 362-410.

4. Réun. extr. dans les Alpes-Maritimes. *C. R. somm. Soc. géol.*, 1902, p. 173.

(Alpes-Maritimes), qui sont leur équivalent exact. En général on les classe plutôt dans le Bartonien, suivant l'opinion de Tournouër, ou à la base du Priabonien. Cette dernière manière de voir est celle de M. Munier-Chalmas, qui distingue dans le Priabonien les trois niveaux suivants : [1]

1° Assises de la Granella à formes très voisines des *Cerithium plicatum*, *Cer. conjunctum*, *Cer. Diaboli*, *Bayania semidecussata*;

2° Groupe des couches à *Orbitoides* de Priabona, caractérisées par *Ostrea Brongniarti*, *Spondylus cisalpinus*, *Leiopedina Tallavignesi*, *Euspatangus ornatus*, etc. ;

3° Marnes de Brendola, passant à l'Oligocène et caractérisées par *Spondylus cisalpinus*, *Ostrea Brongniarti*, *Clavulina Szaboi*, *Nummulites sub-Tournoueri*.

M. Oppenheim, dans un mémoire récent d'une importance capitale, consacré à la faune des couches de Priabona [2], adopte la même classification. Et cependant il place *Nummulites striatus* dans les couches de Roncà, niveau que l'espèce occupe également en Hongrie. En revanche, les Nummulites qu'il cite dans les couches de Priabona proprement dites et dans les couches de Brendola sont les couples *intermedius-Fichteli*, *vascus-Boucheri*, *Bouillei-Tournoueri* et quelques autres espèces, mais il ne mentionne à ce niveau ni *Numm. striatus* ni *Numm. contortus*. Les trois couples si caractéristiques du Priabonien, ausssi bien dans les couches typiques de Priabona, que dans les couches supérieures de Biarritz et dans leurs équivalents des Alpes occidentales et de Hongrie, n'ont, d'autre part, jamais été rencontrés, à ma connaissance du moins, dans les couches à *Cerithium Diaboli*, ni dans le Vicentin, où les Nummulites paraissent d'ailleurs y faire entièrement défaut, ni ailleurs.

J'ai montré plus haut que l'horizon à *Numm. contortus-striatus* coïncidait à Faudon, comme aux Diablerets, avec les couches à *Cerithium Diaboli*. Comme il n'existe aucune raison d'assigner aux couches de la Granella un niveau supérieur à celui qu'occupe la faune saumâtre à *Cerithium Diaboli*, *Natica vapincana*, etc., des Alpes occidentales, nous nous trouvons en présence de deux alternatives : ou bien l'horizon à *Numm. contortus-striatus* et avec lui les couches de Roncà et leurs équivalents de Hongrie, doit être

1. Munier-Chalmas et de Lapparent. Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. *B. S. G. F.*, (3), XXI, p. 479, 1894.

2. Paul Oppenheim. Die Priabonaschichten und ihre Fauna. *Palæontographica*, t. XLVII, 348 p., 21 pl., 1900-1901.

placé à la base du Priabonien, qui comprendrait ainsi deux zones à Nummulites ; ou bien les couches à *Cerithium Diaboli* de la Granella doivent être distraites du Priabonien [1] et rangées à la partie supérieure du Bartonien.

Je n'hésite pas à me prononcer en faveur de cette dernière solution, d'autant plus que l'étage priabonien a été créé en première ligne pour les couches de Priabona, la « Priabona-Gruppe » de M. Suess.

La faune *saumâtre* de Faudon, des Diablerets, de Casteou d'Infer, de la Granella, envisagée séparément, nous conduirait évidemment à attribuer aux couches dans lesquelles on la rencontre un âge oligocène, voire même oligocène moyen, quoique son caractère tongrien ait été bien exagéré, comme l'a fait voir, dès 1872, R. Tournouër [2].

Elle possède un caractère beaucoup plus oligocène que les couches de Priabona et leurs équivalents de Biarritz, des Alpes occidentales et de Hongrie, qui leur font suite dans le temps. Tournouër a donné de cette anomalie une interprétation très satisfaisante. « L'explication, dit-il [3], qu'il faut donner de ce fait est, selon moi, celle que fournit la théorie des migrations et des colonies. Avant de paraître dans les couches oligocènes, où nous sommes le plus habitués à les voir, les espèces en question avaient paru déjà dans le bassin méditerranéen, d'où elles auront émigré, comme d'une mère patrie, et en suivant une voie que nous ne connaissons pas encore ».

On ne peut dans tous les cas pas invoquer le caractère oligocène des couches à *Cerithium Diaboli* pour les placer dans le Priabonien ou à un niveau plus élevé encore, car M. Zittel [4] a recueilli en Hongrie, dans le comitat de Gran, les *Cerithium plicatum* et *trochleare (Diaboli)* dans les couches mêmes à faune de Roncà, que tous les auteurs sont unanimes à considérer comme éocènes. Ce fait important, contesté à plusieurs reprises, a été vérifié tout récemment par M. Oppenheim [5], qui a signalé dans ces mêmes

1. Il est regrettable que M. Oppenheim, dans son beau mémoire, n'ait pas indiqué la répartition des espèces dans les trois niveaux de son Priabonien.

2. R. Tournouër. Note sur les fossiles tertiaires des Basses-Alpes, recueillis par M. Garnier. *B. S. G. F.*, (2). XXIX, p. 492-514, pl. V-VII, 1872.

3. *Ibid.*, p. 512.

4. Karl A. Zittel. Die obere Nummulitenformation in Ungarn. *Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss.*, vol. XLVI, p. 376, 1862.

5. Paul Oppenheim. Ueber einige alttertiäre Faunen der Œsterreichisch-Ungarischen Monarchie. *Beitr. z. Pal. u. Geol. Œsterr.-Ung.*, t. XIII, p. 157, 1901.

couches *Cerithium Diaboli* Brongn. et *Cytherea Vilanovæ* Desh.

Si les Mollusques saumâtres ne nous fournissent pas d'indication précise sur l'âge à attribuer aux couches à *Cerithium Diaboli*, il n'en est pas de même des formes franchement marines qui les accompagnent, bien que cantonnées souvent, comme à Faudon, dans des lits spéciaux. Les espèces les plus caractéristiques du Bartonien (*Melongena subcarinata* Lamk., *Cardium granulosum* Lamk., etc.), voire même du Lutétien (*Diastoma costellatum* Lamk., *Turritella imbricataria* Lamk., *Pleurotoma claviculare* Lamk.), s'y rencontrent, exactement comme à Roncà.

Mais les Nummulites nous fournissent des arguments encore plus décisifs en faveur de l'attribution au Bartonien des couches en discussion.

Dans la plupart des localités, le couple *contortus-striatus* est accompagné de *Nummulites variolarius* Lamk., or le niveau que cette espèce occupe dans le bassin anglo-parisien est le Bartonien, on l'a même citée dans le Lutétien, jamais dans l'Oligocène. Elle n'est pas mentionnée non plus dans le Priabonien proprement dit.

Le couple *aturicus (perforatus)-Lucasanus* occupe dans la région méditerranéenne un niveau caractérisé par de nombreux Mollusques lutétiens et par une riche faune d'Echinides, d'une grande extension géographique (faune de San Giovanni Ilarione, d'Einsiedeln, du Kressenberg, du Mokkatam, etc.). L'attribution de ce niveau au Lutétien supérieur, ou peut-être partiellement à la base du Bartonien, ne peut faire de doute. On a cité en outre, dans plusieurs localités, des exemplaires soit de *Numm. perforatus* soit de *Numm. Lucasanus*, tout au moins à la base des couches à *Numm. contortus-striatus*, ainsi dans le comitat de Gran et à Biarritz. En Transylvanie [1] les deux formes se rencontrent à plusieurs niveaux dans la série de couches caractérisée par *Numm. perforatus-Lucasanus*. A Faudon l'espèce nouvelle de Nummulite granulée monte jusqu'au niveau à *contortus-striatus*. Jamais aucune de ces formes granulées n'a été signalée dans le niveau à *Numm. intermedius-Fichteli*, *vascus-Boucheri*. C'est une raison pour rapprocher le niveau en discussion des couches à *N. aturicus-Lucasanus* et pour le ranger encore dans le Bartonien.

Dans le comitat de Gran, en Hongrie, les calcaires et marnes qui constituent le niveau principal du couple *Numm. millecaput (complanatus)-Tchihatcheffi* se trouvent, d'après Hantken, *au-*

1. Anton Koch. Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenbürgischen Landestheile. I. Paläogene Abtheilung. *Mitth. Jahrb. k. ungar. geol. Anst.*, t. X, 6, p. 222-230, 1894.

dessus du niveau à *Numm. contortus-striatus* [1], or, ce couple de Nummulites *lisses* se trouve presque partout associé à *Numm. aturicus-Lucasanus*, comme par exemple dans l'Ubaye, où M. Kilian et moi avons observé cette association en un grand nombre de points. Il est difficile de mettre les couches à Nummulites lisses de Hongrie dans le Priabonien, car elles renferment encore, outre les deux Nummulites, des espèces non moins caractéristiques de l'étage parisien, telles que *Conoclypeus conoideus*. Leur attribution au Bartonien le plus élevé entraîne l'âge bartonien des couches sous-jacentes à *Numm. contortus-striatus*.

Ces couches à *Numm. millecaput-Tchihatcheffi* de Hongrie m'amènent à parler des marnes bleues à *Serpula spirulæa* de la Côte des Basques, à Biarritz, avec lesquelles elles ont plusieurs espèces en commun : *Conocrinus pyriformis* Münst. (= *Bourgueticrinus Thorenti* Arch.), *Serpula spirulæa* Lamk., *Terebratulina semistriata* Leym., etc. Ces marnes sont précisément à Biarritz le gisement de *Numm. contortus-striatus*, M. Carez [2] y cite également *N. Tchihatcheffi*, ce qui confirme les rapports étroits qui existent entre l'horizon moyen des « Striées » et celui des « Lisses » de l'échelle de Hantken. M. Douvillé [3] dit que le niveau de la côte des Basques « représente bien certainement l'Eocène supérieur » et, dans son tableau, il l'attribue au Priabonien. Je suis, pour ma part, conduit à le placer dans le Bartonien supérieur et à envisager, avec M. Carez, comme priaboniennes, les couches supérieures de Biarritz, que M. Douvillé assimile au Sannoisien et au Stampien.

Les résultats tirés de la distribution des Nummulites mènent donc, comme l'étude des Mollusques marins, à la conclusion que l'horizon à *Numm. contortus-striatus*, ainsi que la faune saumâtre de Faudon et des Diablerets, qui souvent l'accompagne, doivent être placés au niveau du Bartonien supérieur.

Dans cette classification, les couches à *Cer. Diaboli* viendraient occuper le même niveau que les couches de Roncà. Il y a lieu de remarquer que dans le Vicentin ces deux termes n'ont jamais été rencontrés en superposition, de sorte que leur synchronisme n'a rien d'invraisemblable. L'attribution des couches de Faudon et des Diablerets au niveau de Roncà n'est d'ailleurs pas nouvelle.

1. M. von Hantken. Die geologischen Verhältnisse des Graner Braunkohlengebietes. *Mitth. Jahrb. k. ungar. geol. Anst.*, t. I, 1, 1872. — V. aussi : Hébert et Munier-Chalmas. Terrains tertiaires de la Hongrie, p. 182.

2. Livret-Guide des excursions en France, VIIIe Congr. géol. intern., n° XIX, p. 11, 1900.

3. Sur le terr. numm. de l'Aquitaine, p. 31.

Nous la trouvons déjà admise par Michelin [1] et par Ewald, puis plus tard par Bittner [2] et M. Renevier [3].

D'après ce qui précède, on peut distinguer trois zones principales dans l'étage parisien, tel qu'il est actuellement compris, savoir, de bas en haut :

1° Zone à *Numm. lævigatus-Lamarcki, Numm. atacicus* ;
2° Zone à *Numm. aturicus-Lucasanus* ;
3° Zone à *Numm. contortus-striatus, Numm. Heberti-variolarius.*

Les Assilines se rencontrent dans tout l'étage, *Numm. millecaput-Tchihatcheffi* se trouve aussi bien dans le niveau moyen que dans le supérieur, il semble en être de même de *Numm. Brongniarti*, qui n'a été recueilli que dans un petit nombre de localités.

La zone inférieure correspond incontestablement au Calcaire grossier inférieur du bassin de Paris ; la zone moyenne est probablement à cheval sur le Calcaire grossier supérieur et sur les sables de Beauchamp proprement dits ; la zone supérieure correspond à peu près au Barton-clay et aux sables de Cresnes.

Les étages supérieurs [4] au Bartonien ne peuvent encore, dans l'état actuel de nos connaissances, être subdivisés en zones caractérisées par des Nummulites spéciales ; les trois couples *Numm. intermedius-Fichteli, vascus-Boucheri, Bouillei-Tournoueri* se rencontrent aussi bien dans le Priabonien que dans le « Sannoisien », peut-être même dans le Stampien.

Limite de l'Eocène et de l'Oligocène. — C'est au milieu d'une série qui, dans les régions méditerranéennes, est souvent continue et se trouve caractérisée par les mêmes trois couples de Nummulites que l'on fait passer, dans la classification actuellement en

1. *In* Ladoucette, *loc. cit.*, 1834, p. 564. Lettre de Deshayes : « M. A. Michelin a trouvé de l'analogie entre nos fossiles et ceux du Val-de-Ronca, dont il est pourtant difficile d'assigner l'âge, cette partie du Vicentin ayant été tourmentée par les volcans ».

2. A. Bittner. Mittheilungen über das Alttertiär der Colli Berici. *Verh. k. k. geol. Reichsanst.*, 1882, p. 82-94. Voir en particulier les remarques très judicieuses à la p. 88.

3. Hautes-Alpes Vaudoises, p. 410. Si l'assimilation des couches à *Cer. Diaboli* des Alpes Vaudoises aux couches de Roncà me paraît aujourd'hui justifiée, il n'en est bien entendu pas de même de leur parallélisme avec le Calcaire grossier supérieur, admis par M. Renevier.

4. Pour compléter cet aperçu sommaire j'ajouterai qu'il y aura peut-être lieu de distinguer dans l'Eocène inférieur, au-dessous de la zone yprésienne à *Numm. planulatus-elegans*, une zone spéciale, immédiatement superposée au Crétacé et caractérisée par *Numm. spileccensis* M.-Ch. et *bolcensis* M.-Ch.

usage en France, la limite entre l'Eocène et l'Oligocène. On est en droit de se demander si cette coupure est justifiée.

Envisageons d'abord une région où la continuité est parfaite entre l'Eocène et l'Oligocène. Nulle part cette condition n'est aussi bien réalisée que dans le Vicentin. Sur le Priabonien, constitué par les marnes de Priabona et par les marnes de Brendola, reposent en concordance les couches de Montecchio-Maggiore, attribuées au « Sannoisien » et surmontées par les couches de Castel-Gomberto, dont l'âge stampien est très généralement admis. Outre les Nummulites, dont il a été question plus haut, les couches de Montecchio-Maggiore renferment un certain nombre d'espèces communes avec les couches sous-jacentes. Le passage du Priabonien au Sannoisien est absolument insensible et aucun caractère, soit paléontologique, soit stratigraphique ne justifie l'établissement à leur limite d'une coupure de premier ordre.

A Barrême et à Castellane, dans les Basses-Alpes, la limite entre le Priabonien et le Sannoisien est non moins difficile à établir avec précision.

En revanche, dans les points où, comme à Biarritz, le passage du Bartonien au Priabonien a lieu d'une manière insensible, un fait paléontologique capital intervient pour marquer au début du Priabonien l'avènement d'un nouvel état de choses. C'est l'apparition des Clypéastres et des Scutelles, types entièrement étrangers à la faune éocène, envisagés souvent comme caractéristiques de l'époque miocène. A Biarritz les couches supérieures, que nous avons attribuées au Priabonien, renferment *Scutella subtetragona* Gratel., *Clypeaster biarritzensis* Cott. et *Bouillei* Cott. Des formes voisines ou identiques ont été rencontrées par le commandant Flick [1] dans le Priabonien du djebel Baten, près Kairouan, en Tunisie, et M. Oppenheim signale également deux espèces de *Clypeaster* dans les couches de Priabona du Vicentin.

Si l'on attribue à cette apparition de types cryptogènes une importance capitale, on est conduit à placer la limite inférieure de l'Oligocène au-dessous du Priabonien. Cette solution concorderait fort bien avec la distribution verticale des Nummulites. Voyons si elle est en accord avec la limite inférieure assignée au groupe oligocène par son créateur Beyrich.

Le type de l'Oligocène inférieur est fourni, comme on sait, par les argiles de Lattorf, Westeregeln, etc., dans l'Allemagne du Nord, dont la faune a été si magistralement étudiée par M. A. von

1. Flick. Sur la présence du Priabonien (Eocène supérieur) en Tunisie. *C. R. Ac. Sc.*, 15 janv. 1900.

Kœnen. En Belgique les couches de Vliermaël, à *Ostrea ventilabrum*, occupent le même niveau, elles constituent la base de l'étage tongrien de Dumont. L'âge oligocène de ces assises n'est plus guère contesté aujourd'hui, mais, tandis que certains auteurs les placent sur le même horizon stratigraphique que le Gypse de Paris et le Priabonien du Midi [1], d'autres en font l'équivalent du Sannoisien de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, de l'étage Hénisien (Mayer-Eymar) ou Tongrien supérieur [2] de Belgique. C'est l'opinion à laquelle s'est arrêté en dernier lieu M. Oppenheim. Selon que l'on se range à l'une ou à l'autre de ces deux solutions, on place le Priabonien soit dans l'Eocène soit dans l'Oligocène.

Je ne reproduirai pas ici les arguments qui ont été donnés en faveur du parallélisme de l'Oligocène inférieur de l'Allemagne septentrionale et du Priabonien, pour moi ils ont conservé toute leur valeur. J'insisterai seulement sur un point, qui me paraît d'une certaine importance et qui est relatif à la succession des dépôts tongriens de Belgique. On sait [3] que dans le Limbourg belge le Tongrien comprend une partie inférieure marine, qui correspond aux couches de Lattorf, et une partie supérieure saumâtre et lagunaire, qui est l'équivalent exact de l'étage sannoisien du bassin de Paris. Le Tongrien inférieur occupe donc le même niveau que le Gypse du bassin de Paris et que le Priabonien, tandis que le Tongrien supérieur est synchronique des couches de Montecchio Maggiore.

La transgression de l'Oligocène inférieur du Nord et de l'Est de l'Europe est un fait paléogéographique d'une importance telle que son début marque une excellente limite stratigraphique et c'est pour cette raison que Beyrich a fait commencer son groupe oligocène avec les premières couches transgressives, c'est-à-dire avec le Tongrien inférieur. Dans la région alpine les choses ne se sont pas passées exactement de même. La transgression débute avec le Parisien moyen (couches à *Numm. aturicus-Lucasanus*); elle atteint son maximum avec le Tongrien inférieur (Priabonien), époque où les eaux de la mer nummulitique semblent avoir atteint leur maximum de profondeur; puis, au Tongrien supérieur et au Stampien, les massifs cristallins des Alpes occidentales commencent à émerger et fournissent les éléments de puissantes formations détritiques, déposées dans des eaux peu profondes (grès d'Annot,

1. V. E. Haug. Hautes Chaînes calcaires de Savoie, p. 30.
2. Appelé quelquefois, bien à tort, Infratongrien.
3. E. Van den Broeck. Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. VII, 1893, P.-V., p. 208-302.

conglomérat des Aiguilles d'Arves, Flysch de la Haute-Savoie, etc.). On ne peut pas faire intervenir ici, dans la délimitation de l'Oligocène, le début de la transgression, malgré l'apparition des types saumâtres oligocènes, dont il a été question plus haut. En faisant entrer en ligne de compte les raisons historiques si souvent invoquées, on ne peut que s'en tenir à la limite établie par Beyrich, qui d'ailleurs coïncide fort bien avec l'apparition brusque de types cryptogènes *(Scutella, Clypeaster)* dans les mers du Midi.

M. G. **Dollfus** fait observer qu'on doit tracer dans la série de Biarritz une limite importante entre les marnes bleues très fines de la Côte des Basques à *Spirula spirulea*, à *Pentacrinus didactylus*, *Orbitoides stellata*, *Nummulites contorta*, *Num. striata*, à fossiles très variés, et les grès grossiers du Vieux-Port, du Port des Pêcheurs, à *Eupatagus ornatus*, à *Nummulites intermedia*, *N. Fichteli*, *N. vasca*, *N. Boucheri*.

Les premières couches paraissent s'être formées sous une profondeur d'eau assez considérable, tandis que les secondes sont une formation sublittorale ; il n'y a pour ainsi dire aucune espèce commune aux deux assises.

Comme il lui paraît d'autre part solidement établi que les couches à *Rotularia spirulea* appartiennent au Bartonien, on est conduit à placer la série gréseuse supérieure comme l'équivalent du Priabonien qui est, pour lui, peu éloigné du Sannoisien. Les couches de Gaas ou leur équivalent seraient, vers le Phare, cachées sous les sables des Landes.

NOTE

SUR LES

ENVIRONS DE BOUSSENS, SAINT-MARTORY ET BETCHAT

(HAUTE-GARONNE ET ARIÈGE) [1]

par M. L. CAREZ.

(PLANCHES XVI-XVII).

Les courses que j'ai faites cette année pour terminer l'étude de la vallée de la Garonne vers Boussens et Saint-Martory, pour le Service de la Carte géologique de France, m'ont permis d'examiner à nouveau deux questions : 1° celle du raccordement des plis visibles sur les deux rives de la Garonne ; 2° celle de l'âge à attribuer aux argiles à gypse et à sel de Salies et de Betchat.

I. RACCORDEMENT DES PLIS DES DEUX RIVES DE LA GARONNE. — Sans faire l'historique complet de la question [2], je rappellerai que Leymerie [3], après avoir décrit les plis sur les deux rives de la Garonne, avait pensé qu'ils ne pouvaient se raccorder que par une torsion dans la vallée même. Cette opinion a été soutenue plus récemment par MM. de Margerie et Schrader [4] qui considèrent que l'on se trouve là en présence du plus bel exemple de décrochement qui existe en France, après ceux du Salève.

Contrairement à cette manière de voir, je crois qu'il n'y a ni faille ni torsion dans le lit de la Garonne, et que les plis des deux rives sont indépendants les uns des autres ; je vais exposer les raisons qui ont déterminé ma conviction.

Sur la rive droite de la Garonne, en partant du sud, on voit d'abord les schistes et conglomérats cénomaniens qui s'étendent jusqu'à une grande faille qui passe au sud de Salies et au nord de Betchat et sur laquelle j'aurai à revenir dans la deuxième partie

1. Cette note a été présentée à la séance du 26 mai 1902.

2. On le trouvera dans le 3e fascicule de ma *Géologie des Pyrénées françaises*, lequel paraîtra dans le courant de 1903, dans les *Mémoires de la Carte géologique de la France*.

3. Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne. Toulouse, 1881.

4. *Annuaire du Club alpin français*, 18e année, p. 557, 1892.

de cette note. Au nord de cet accident vient un synclinal dont l'axe, occupé par les poudingues éocènes, passe vers Cassagne et Fabas, puis un anticlinal dont l'axe, passant vers Plagne, ramène au jour le Sénonien.

Sur la rive gauche, on a successivement : — l'anticlinal de Castillon (Sénonien) ; — le synclinal de Sepx (Danien) ; — l'anticlinal de Proupiary (Sénonien); — le synclinal de Mancioux-Bouzin (Eocène) ; — l'anticlinal d'Aurignac (Danien).

Ainsi, tandis qu'il n'existe qu'un anticlinal complet et la moitié d'un second (coupé par la faille) sur la rive droite, on compte trois anticlinaux sur la rive gauche. L'inspection de la carte (pl. XVII) permet de reconnaître ces divers plis et explique comment une première étude pouvait amener à considérer les anticlinaux de Plagne et de Proupiary comme la continuation l'un de l'autre; ils semblent en effet se courber tous deux dans la direction voulue à l'approche de la vallée.

Les alluvions de la Garonne ne permettent pas de suivre les couches d'un flanc à l'autre de la vallée ; pourtant, en profitant des petits affleurements que l'on voit de place en place sous les cailloutis et de ceux qui existent dans le lit même du fleuve, j'ai pu arriver à observer un nombre de points assez considérable pour que l'allure des couches ne fasse plus de doute. Je me suis spécialement attaché à suivre le « calcaire lithographique » [1] parce qu'il se reconnaît facilement, même dans les affleurements les plus restreints et j'ai constaté que la bande de ce calcaire venant d'Ausseing, traverse le Salat, puis se courbe au nord, pour traverser la Garonne entre Mancioux et le pont suspendu et rejoindre à Boussens la bande qui forme une partie du flanc nord de l'anticlinal de Plagne. L'axe de ce pli s'abaisse donc très rapidement de l'est à l'ouest, puisqu'il amène au jour le Sénonien dans sa partie orientale, alors que le Danien disparaît en plongeant à l'ouest à une petite distance à l'ouest de la Garonne. Le pli de Plagne se termine donc de la façon la plus nette dans la vallée même.

Une constatation analogue peut être faite pour l'anticlinal de Proupiary : la boutonnière de marnes sénoniennes se ferme à Saint-Martory, de sorte que le « calcaire nankin » (Danien) se trouve dans le lit de la rivière. La plongée est très brusque, puisque le Sénonien occupe la hauteur et le Danien le fond de la vallée ; c'est la répétition de ce que nous a montré l'anticlinal de Plagne.

On voit que ces divers faits ne permettent pas d'admettre

1. Partie du n° 5 de la carte ci-jointe (pl. XVII).

l'hypothèse de la torsion des plis dans la vallée de la Garonne ; ils n'autorisent pas davantage à supposer l'existence d'une faille, absolument contredite par l'examen des affleurements.

Il ne reste donc, comme je le disais en commençant, qu'une seule explication possible, celle qui consiste à considérer les plis des deux rives comme entièrement indépendants. Je propose par suite les conclusions suivantes :

1. Les plis visibles sur les deux rives de la Garonne vers Boussens et Saint-Martory sont absolument indépendants les uns des autres ;

2. Il n'y a ni faille, ni torsion, ni décrochement dans la vallée de la Garonne ;

3. Les anticlinaux venant de l'est ou de l'ouest disparaissent par abaissement d'axe, aux abords de la vallée.

C'est donc en profitant d'un point bas, résultant de l'abaissement des axes et de l'atténuation des plis, que la Garonne s'est frayé un passage à travers les Petites Pyrénées. Cette allure du plus grand fleuve de la région, bien que conforme à ce qui a été constaté pour de nombreux cours d'eau des Alpes, constitue pour les Pyrénées une anomalie et une exception.

II. Age et position des argiles a gypse et a sel de Salies et Betchat. — Je n'ai aucune hésitation à rapporter au Trias les argiles à couleurs vives — rouges et vertes — renfermant d'importants amas de gypse et de sel et des quartz bipyramidés, visibles dans les deux affleurements de Salies-du-Salat et de Betchat. Je m'appuie sur leur identité avec les couches qui se trouvent, en de nombreux points des Pyrénées, incontestablement à la base du Lias ; je citerai notamment, dans le voisinage de la région que j'étudie dans cette note, la longue bande qui s'étend de Saint-Girons au col del Bouich, près Foix, et dont l'âge triasique n'est contesté par personne.

Néanmoins l'opinion contraire a été et est encore soutenue par un grand nombre de géologues, qui ne voient dans les argiles de Salies et de Betchat qu'un faciès des différents horizons du Crétacé et du Tertiaire inférieur, faciès dû au métamorphisme par l'ophite ou par le granite. Sans faire l'historique de cette question, je citerai seulement M. Léon Bertrand parmi les partisans de l'âge triasique et M. Roussel parmi les opposants.

La principale raison pour laquelle on a pensé à faire de ces argiles un produit de métamorphisme, c'est qu'elles occupent une position anormale dans la plupart des gisements, notamment dans

ceux de la région occidentale [1] et qu'elles affleurent au milieu des terrains les plus divers ; de plus elles sont fréquemment accompagnées d'ophite. Aussi les efforts des partisans de l'âge triasique tendent-ils à donner une explication rationnelle de leur situation.

Bien qu'il s'agisse là d'une question qui se pose pour une infinité de points des Pyrénées et qui gagnerait beaucoup à être traitée à la fois pour tous les gisements analogues, je crois cependant que l'étude locale que je vais faire pourra faciliter la solution.

Si l'on jette les yeux soit sur la carte de Leymerie [2], soit sur celle de M. Roussel [3], on ne se doute même pas de l'existence des couches que j'examine en ce moment ; l'un et l'autre, en effet, les considérant comme des assises crétacées ou tertiaires métamorphisées, n'ont pas jugé nécessaire de les distinguer par un signe particulier. Les argiles si spéciales à gypse et à sel sont comprises sous la même couleur ou la même notation que les calcaires, marnes et conglomérats du Danien, du Sénonien et de l'Eocène.

C'est seulement sur la petite carte au 1/80.000 que j'ai publiée dans le *Livret-Guide* du VIIIe congrès international de 1900, que les argiles bigarrées sont pour la première fois nettement séparées des couches qui les environnent [4]. Aussi suis-je étonné du reproche qui m'a été adressé d'avoir simplement, sur cette carte, copié en les agrandissant, celles qui avaient été antérieurement publiées : mes tracés résultent d'observations personnelles poursuivies pas à pas sur le terrain depuis nombre d'années. S'ils concordent parfois avec ceux de mes prédécesseurs et notamment de Leymerie, ils en diffèrent sur des points aussi capitaux que l'indication des affleurements triasiques et de la grande faille qui limite au sud le Crétacé supérieur.

J'étudierai d'abord le gisement de Salies, puis celui de Betchat, et je terminerai par quelques mots sur ceux du ruisseau de Goutètes, de Camarade et de Causseran (Voir la carte ci-jointe, pl. XVII, et celle du Livret-Guide) [5].

A. *Affleurement de Salies-du-Salat.* — Il s'étend au sud de la petite ville de Salies, principalement sur la rive gauche du Salat; pourtant les sondages ont reconnu aussi son existence sur la rive

1. Voir ma *Géologie des Pyrénées françaises*, fascicule I, chapitre XI.

2. Carte géologique du département de la Haute-Garonne, au 1/200 000. Toulouse, 1879.

3. *Bull. de la Carte géologique de France*, XII, p. 305, 1902.

4. Pourtant Magnan (*Mém. S. G. F.*, [2], X, n° 1, 1874) avait déjà marqué un petit affleurement de Trias à Salies, sur sa carte au 1/500.000.

5. Livret-Guide des excursions en France du VIIIe Congrès géologique international de 1900, XIX.

droite et l'on voit derrière l'usine quelques argiles qui marquent la terminaison orientale du gisement. Sa longueur totale est d'environ deux kilomètres et sa largeur de sept cents mètres.

Il est composé d'argiles grises, vertes et rouges avec gypse et sel; la première de ces roches est ou a été exploitée en plusieurs points sur la route de Salies à Montsaunès; la seconde n'affleure pas, mais elle a été reconnue par des sondages effectués sur les deux rives du Salat. Il y a aussi une source salée, captée pour l'établissement des bains.

Le Trias est limité au sud par une grande faille est-ouest qui le sépare du Cénomanien; sur tout le reste de son pourtour il est en contact avec les marnes sénoniennes. Il est percé par deux pointements d'ophite.

Aucune coupe ne montre d'une façon indiscutable la superposition du Crétacé sur le Trias; mais il y a de très fortes présomptions pour qu'elle existe néanmoins, puisque le Trias occupe le fond de vallons à peine plus élevés que le lit du Salat, tandis que les sommets de toutes les collines environnantes sont formés par le Crétacé. Il y a plus : les sondages pour la recherche du sel ont été poussés l'un *à 223 mètres de profondeur, l'autre à 230 mètres sans atteindre la base de la formation.* La figure 1 (pl. XVI) montre qu'il serait déjà fort difficile d'admettre d'après la coupe de la rive gauche, le passage du Crétacé sous le Trias, mais sur la rive droite, cette hypothèse se heurterait à une impossibilité absolue, le sondage de 223 mètres ayant été ouvert *à quelques dizaines de mètres du Crétacé.* Si l'on ajoute en effet aux 223 mètres du sondage, les 118 de différence d'altitude entre le point où il a été ouvert et le sommet des collines crétacées voisines, on constate que le Trias se trouve *au moins* à 341 mètres *au-dessous* des collines crétacées.

En présence de ces faits qui sont indiscutables, il n'y a que deux hypothèses possibles : ou bien le Trias passe sous le Crétacé, ou bien il en est séparé par une faille verticale. Mais on ne peut s'arrêter même un instant à la supposition que le Trias pourrait passer *sur* le Crétacé.

B. *Affleurement de Betchat.* — Beaucoup plus considérable que le précédent (longueur, 4 kilomètres; largeur, 2 kilomètres), cet affleurement offre la même composition que celui de Salies, avec cette différence toutefois que le sel n'y a pas été reconnu. Le gypse au contraire y abonde : toute la surface du gisement est criblée d'exploitations de cette roche, les unes en activité, les autres abandonnées actuellement. Ce lambeau est aussi percé de plusieurs dykes d'ophites et traversé par quelques filons de granulite.

Il est limité au sud par la même faille qui borde le lambeau de Salies ; sur ses côtés est et ouest, il est en contact successivement avec les diverses assises daniennes et éocènes ; et au nord, avec les poudingues éocènes. Il occupe le fond d'un vallon, alors que toutes les collines environnantes sont formées par le Crétacé ou l'Eocène, c'est-à-dire qu'il est exactement dans la même position que le lambeau de Salies.

La singularité de sa situation se comprend de suite à l'examen des cartes (pl. XVII et surtout celle du *Livret-Guide*) ; on voit les couches crétacées et tertiaires qui se suivent très régulièrement en venant de l'est, coupées comme à l'emporte-pièce par les argiles triasiques pour reparaître plus loin avec la même direction et la même inclinaison.

On peut suivre les différentes étapes de l'accident sur les figures 2 à 5 de la pl. XVI, établies à l'échelle du 1/25.000, *la même pour les hauteurs que pour les longueurs*. Dans la dernière coupe (fig. 5), on voit, à partir de la grande faille, le Sénonien, le Danien et l'Eocène formant un synclinal régulier dont le flanc méridional est renversé au nord. La coupe 4. qui passe à l'ouest de Latour et de Hitte, montre la première apparition du Trias, prenant la place de l'Eocène inférieur, sans que les autres couches paraissent affectées en aucune façon par cet accident. Dans la figure 3, le Trias s'élargit au point de remplacer tout le Crétacé supérieur ; puis, la figure 2 (à 500 m. à l'ouest de Marsoulas) montre de nouveau le Crétacé supérieur, exactement comme dans la coupe de Latour, et enfin si j'en avais dessiné une autre à quelques centaines de mètres à l'ouest de la dernière, elle aurait été la reproduction presque absolue de la figure 5. Ces coupes sont orientées nord-sud ; j'en donne encore une (fig. 6), dirigée O. 13° N.-E. 13° S., qui représente les couches crétacées suivant un plan à peu près parallèle à leur direction, excepté vers son extrémité orientale.

On voit, d'après toutes ces coupes, que, partout, le fond des vallons est occupé par le Trias; exploité souterrainement à 25 ou 30 mètres plus bas, alors que toutes les hauteurs sont en Crétacé ou Tertiaire. Néanmoins les argiles rouges montent jusqu'à la bifurcation du chemin de Ponsolé, sur la route de Marsoulas à Betchat, se trouvant, en ce point seulement, à quelques mètres plus haut que les schistes cénomaniens du vallon qui descend directement de Betchat à Salies ; mais, entre le Trias et le Cénomanien, passe la grande faille dont j'ai déjà parlé à plusieurs reprises, de sorte qu'il n'est pas possible de conclure de ce fait à la superposition du Trias et du Crétacé.

Je terminerai enfin cette description en signalant l'existence d'un conglomérat de granite et de roches triasiques que j'ai reconnu en deux points au contact du Trias et du Crétacé : à l'ouest de Ponsolé, et à l'entrée du nouveau chemin de Fabas, à une centaine de mètres de l'endroit où il se sépare du vieux chemin de Latour.

En résumé, le lambeau triasique de Betchat se présente dans les mêmes conditions que celui de Salies : si en aucun point il n'est possible de constater la superposition directe du Crétacéo-Tertiaire sur le Trias, la superposition inverse du Trias sur le Crétacéo-Tertiaire n'existe certainement nulle part. Et comme le Trias se montre dans tous les points bas, alors que le Crétacé ou le Tertiaire occupe toutes les parties élevées, il est tout naturel de conclure que le Trias est recouvert suivant l'ordre normal de succession par le Crétacé et le Tertiaire.

C. *Primaire du ruisseau de Goutètes.* — Dans le vallon qui monte du château de Castelbon à Goutètes, M. Roussel a découvert [1] deux petits lambeaux de Primaire (Dévonien et Silurien), visités depuis et admis comme tels par M. Léon Bertrand et par moi-même. Je les ai figurés réunis en un seul sur la petite carte ci-jointe (pl. XVII).

Ces lambeaux ont une grande importance, malgré leur exiguité, pour l'étude du Trias de Betchat, dont ils sont éloignés d'un kilomètre à peine, car ils sont d'une façon indiscutable, et indiscutée, *recouverts directement par les schistes et conglomérats cénomaniens.*

D. *Trias de Camarade et de Causseran.* — A une vingtaine de kilomètres à l'ouest du lambeau de Betchat, se trouve la source salée dite de Camarade, qui vient au jour au milieu du Cénomamien. Un sondage a reconnu l'existence certaine du Trias en profondeur, *mais il n'affleure nulle part.* C'est donc un nouveau point où ce terrain est directement recouvert par des terrains beaucoup plus récents.

Enfin, je terminerai en signalant le lambeau triasique de Causseran (commune de Clermont, Ariège), renfermant du gypse exploité. Il n'a que peu d'étendue et est directement recouvert sans contestation possible par le Cénomanien.

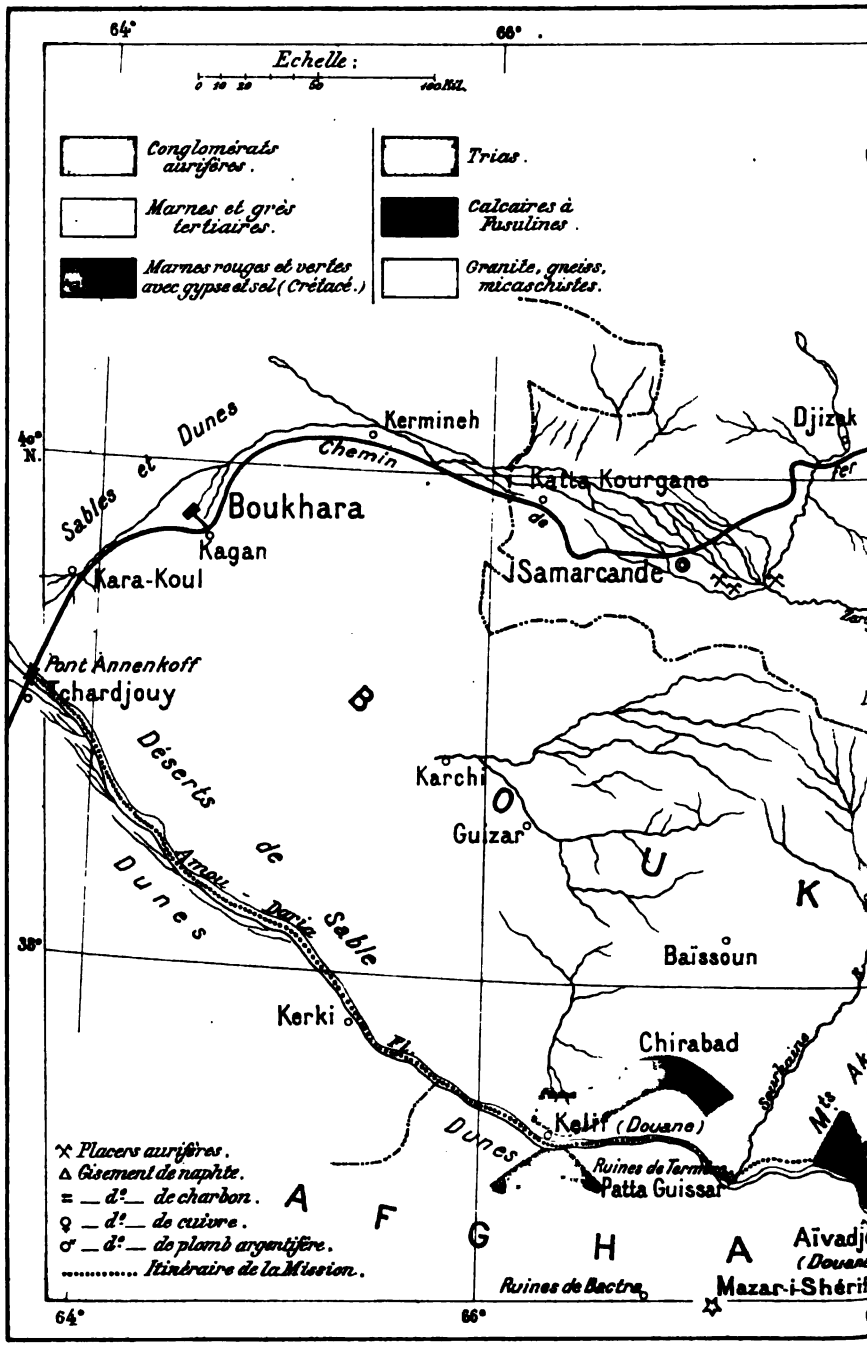
Résumé et conclusions. — 1. *Age des argiles bigarrées.* Elles appartiennent pour moi, sans conteste, au Trias. — 2. *Position relative du Trias d'une part, du Crétacé et du Tertiaire de l'autre.*

1. *Bull. Carte géol. France*, XII, p. 305, 1902.

Trois hypothèses peuvent être proposées, mais celle du passage latéral des argiles rouges au Crétacé se trouvant rejetée par le seul fait de l'attribution des argiles au Trias, il n'en reste plus que deux en présence : A. Le Trias est recouvert par le Crétacé et le Tertiaire ; B. Il est superposé au Crétacé ou au Tertiaire.

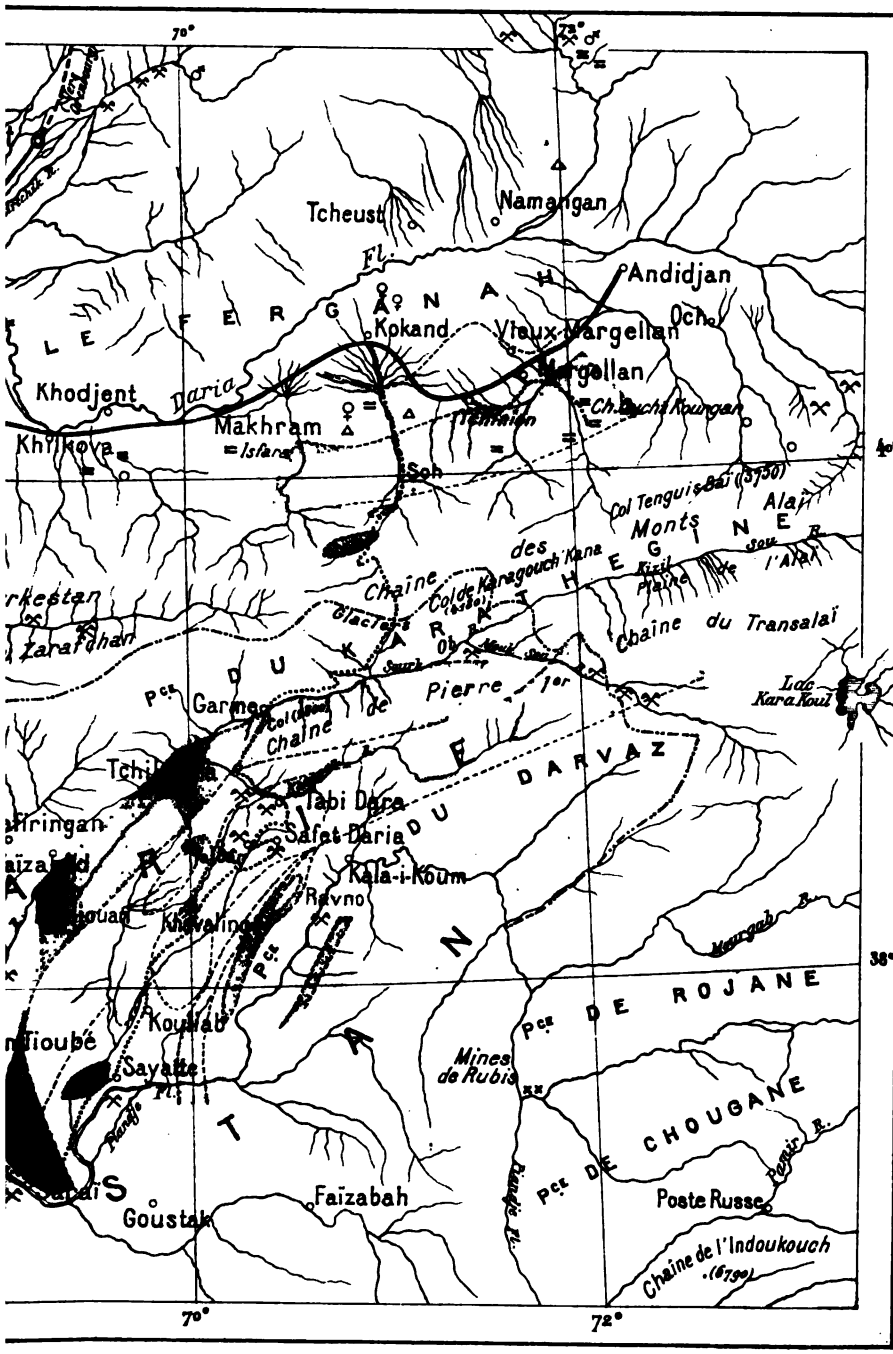
Je rappelle que pour les affleurements de Causseran, Camarade et Goutètes, la question ne se pose pas, la superposition du Cénomanien étant certaine ; et que pour celui de Salies, il y a impossibilité de faire passer le Trias sur le Crétacé. Reste donc celui de Betchat pour lequel il n'y a que des *présomptions* en faveur du premier système, mais comme il est tout-à-fait invraisemblable qu'il ait une origine différente des autres, je suis amené à conclure que tous les affleurements primaires ou triasiques examinés dans cette note sont recouverts par le Crétacé et le Tertiaire.

En aucun point, même dans le lambeau de Betchat, il n'est possible de signaler un seul fait de superposition du Trias sur une roche plus récente, de sorte que rien ne vient appuyer l'hypothèse d'un charriage lointain. Mais il resterait à expliquer la cause des lacunes considérables qui existent entre le Trias et les assises qui le surmontent, et j'avoue que, sur ce point, je ne vois pas de solution satisfaisante. Je suppose bien que des plissements suivis de dénudations se sont produits pendant la période jurassique et que le Crétacé ou le Tertiaire s'est déposé sur le Trias mis à découvert, mais cela n'est pas suffisant pour faire comprendre comment les couches crétacées ou tertiaires reposent sur le Trias sous des angles très divers, parfois presque par leur tranche. Aussi, me souvenant qu'il existe des conglomérats au contact, je pense que le Crétacé et le Tertiaire ont dû, après leur dépôt, subir une poussée qui les a fait glisser sur le Trias, en les dérangeant de leur position horizontale primitive. Je ne me dissimule pas qu'il est difficile de comprendre pourquoi cette poussée n'aurait pas agi sur le Trias en même temps que sur les terrains plus récents et je suis tout prêt à admettre une autre hypothèse, si elle rend compte des faits d'une manière plus satisfaisante. Mais il y en a une que je ne puis accepter, c'est celle du charriage et de la superposition du Trias sur les terrains plus récents, car elle est contredite par toutes les observations positives.



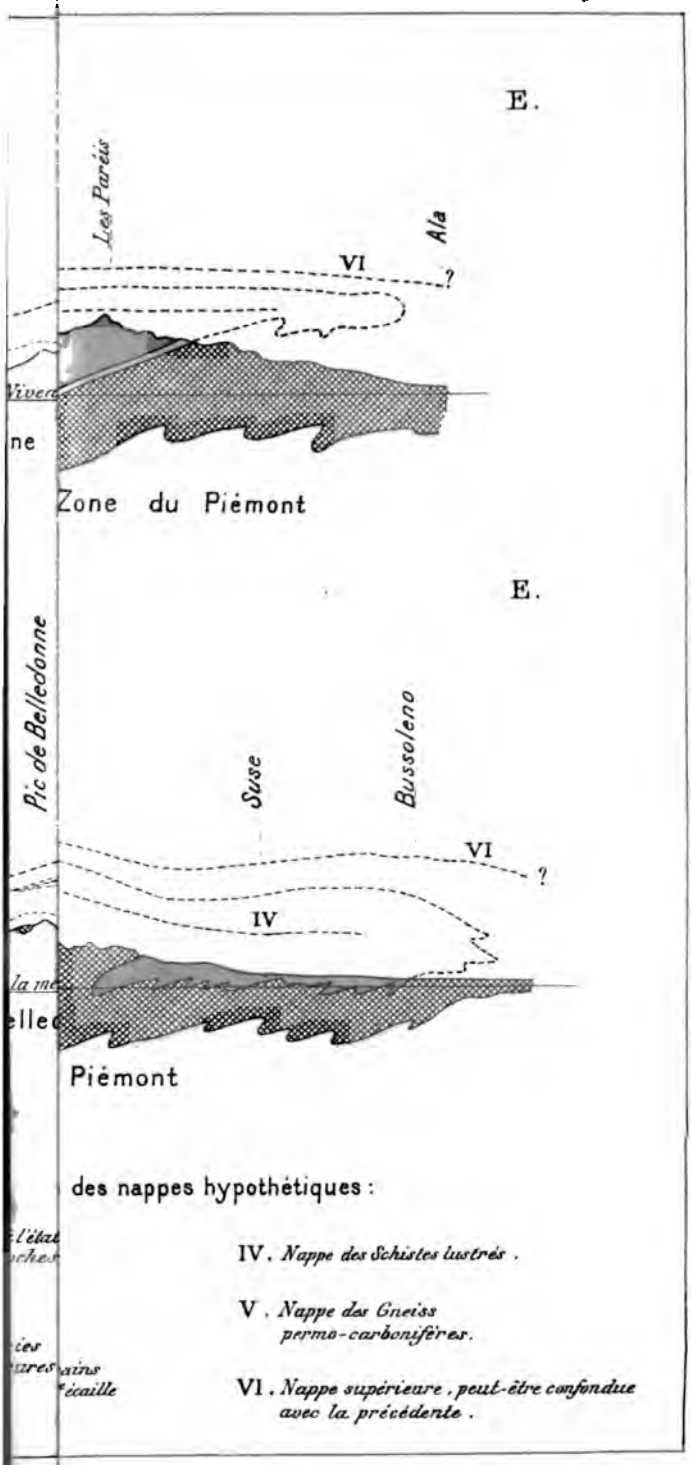
Lespinasse, del..

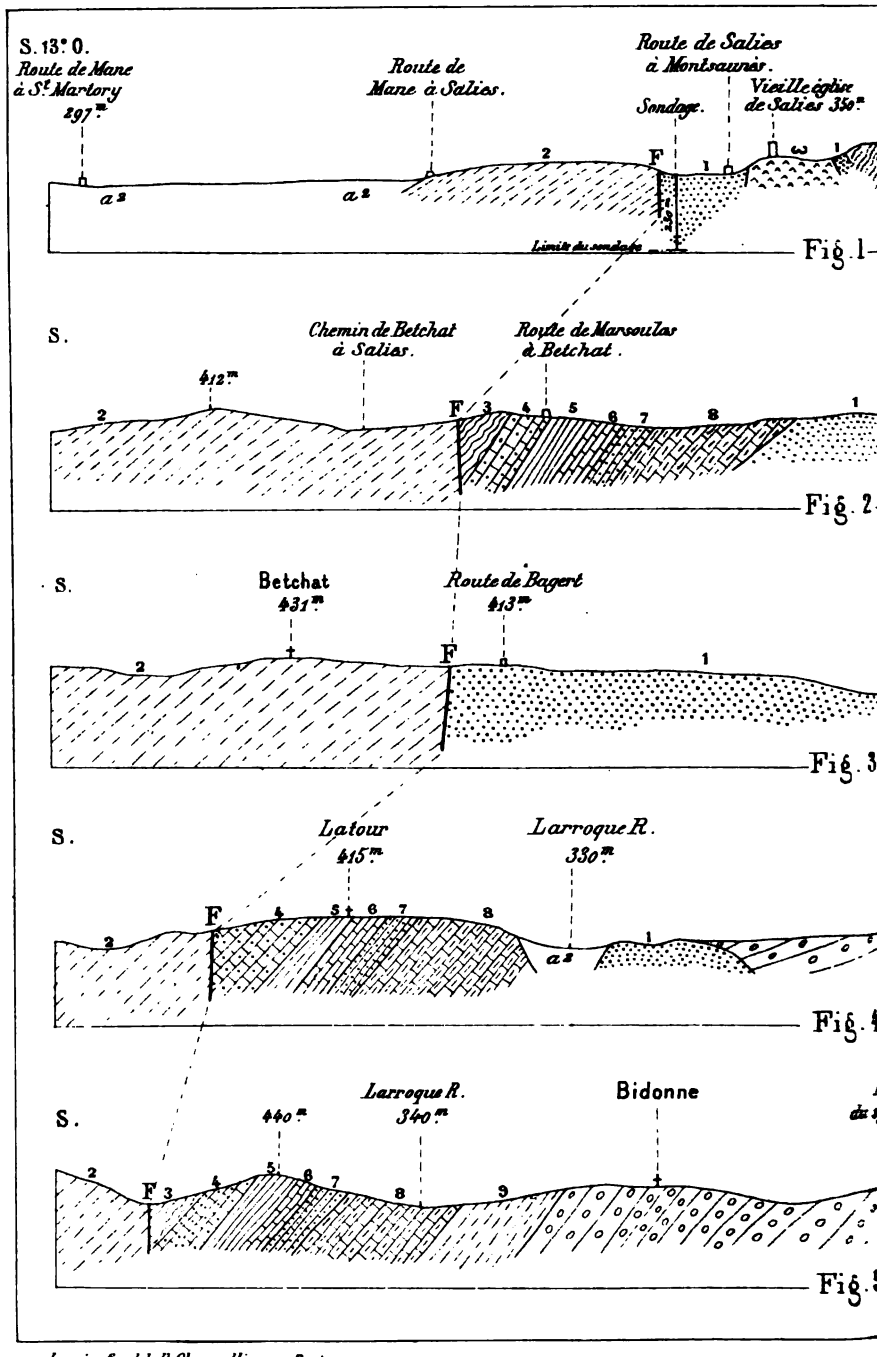
Levés géologiques



rie et le Turkestan

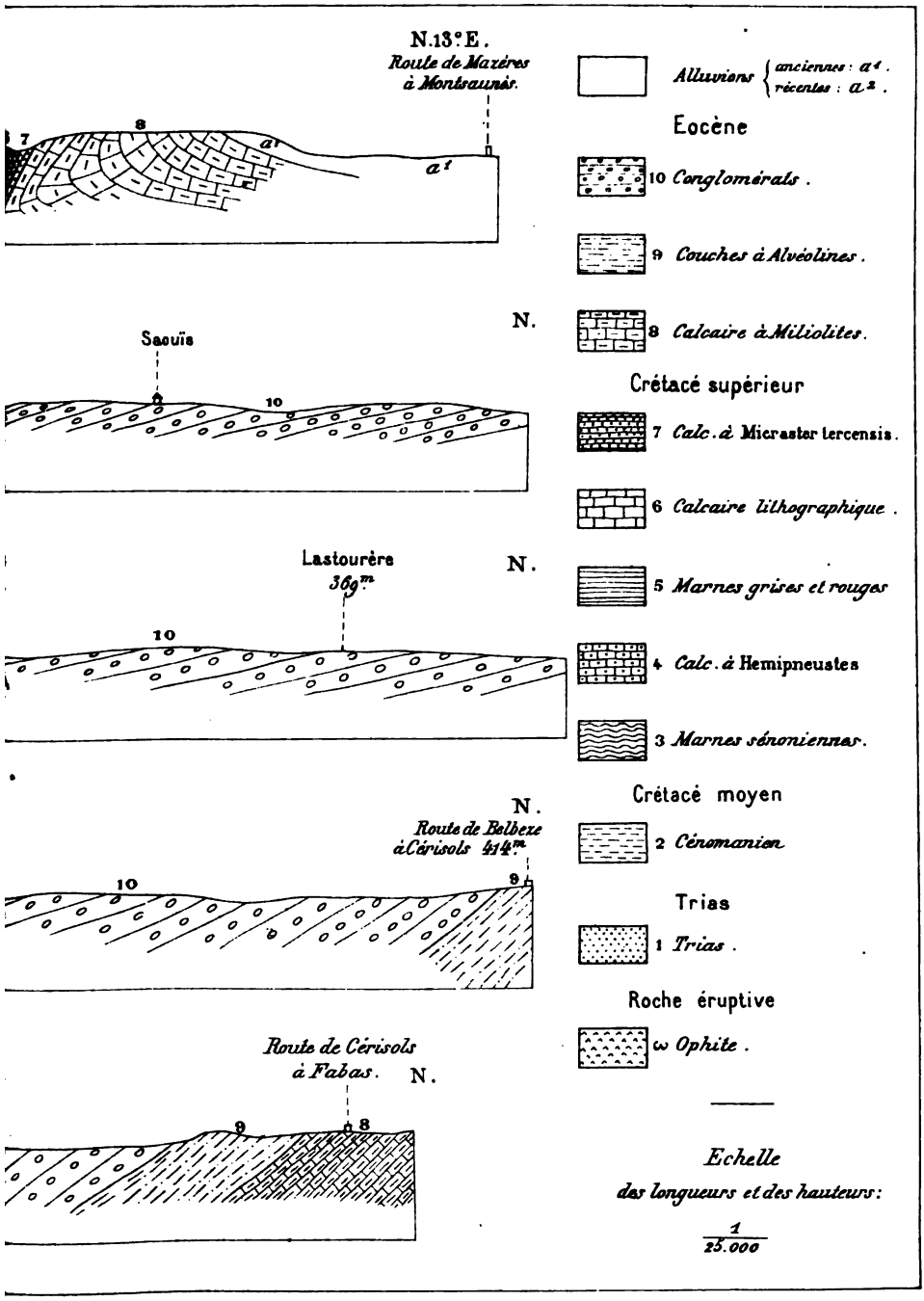
Pic de Belledonne


E.
Les Parés
Ala
VI
?
ne
Zone du Piémont
E.
Pic de Belledonne
Suse
Bussoleno
VI
?
IV
Piémont
des nappes hypothétiques :
IV. Nappe des Schistes lustrés.
V. Nappe des Gneiss permo-carbonifères.
VI. Nappe supérieure, peut-être confondue avec la précédente.



Lespinasse, del. R. Champollion, g. Paris

Coupes dans les



ussens et St Martory.

Fig. 7 _ Carte s
de Bousse

Légende de la Coupe

Alluvions récentes a^2.

8 *Calcaire à Miliolites.*

7 *Calc. à* Micraster tercensis.

6 *Calcaire lithographique*

1 *Trias.*

ω *Ophite.*

Echelle
des longueurs et des hauteurs:
$\frac{1}{25.000}$

0.13° N.

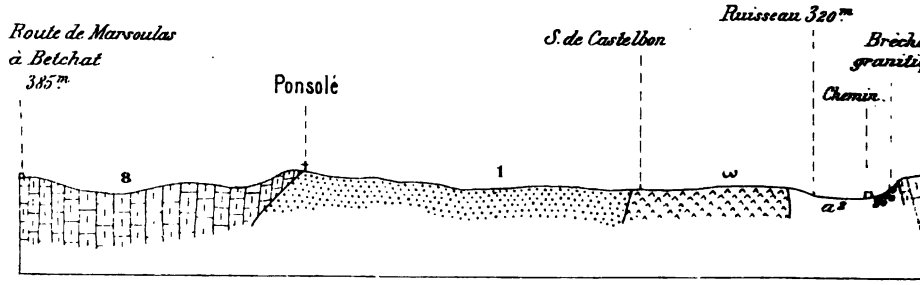
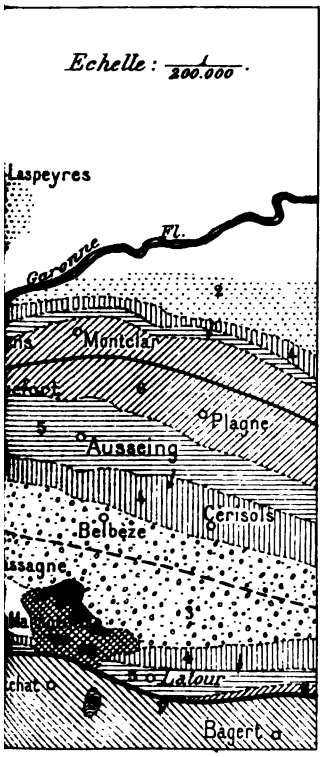


Fig. 6. Coupe

Lespinasse del. R. Champollion, g. Paris

des environs
artory.



Légende de la Carte

1 *Alluvions.*

2 *Miocène*

3 *Poudingues éocènes.*

4 *Eocène inférieur marin.*

5 *Danien.*

6 *Sénonien.*

7 *Cénomanien.*

8 *Trias ; ω Ophite.*

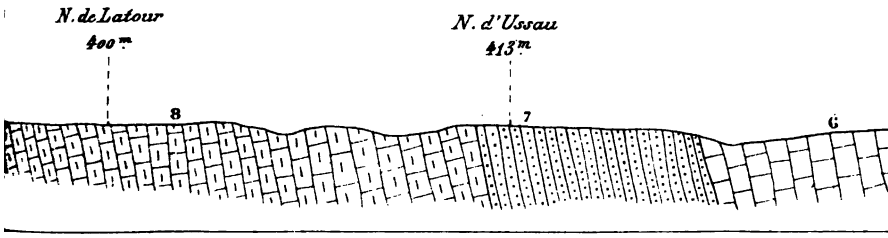
9 *Dévonien et Silurien.*

Axes anticlinaux.

F *Faille.*

Axes synclinaux.

E. 13°S.



é et Ussau.

Vallées polysynclinales. Accidents marginaux.

De Caille à Clars par la Clue de Séranon.

Barre portlandienne en orgues. Accidents divers d'une convergence synclinale en patte d'oie. Résurgences anticlinales au champ de confluence. Célèbres gisements de La Collette de Clars. Coupe complète du Crétacé fossilifère, de la base de l'Hauterivien au sommet du Cénomanien.

En voiture de Clars à Escragnolles.

Seconde moitié de la patte d'oie. Gisement oxfordien des Rouguières. Chute périanticlinale du Rancin.

Déjeuner à Escragnolles.

Vérification de la duplicité du synclinal. Accidents de froncement perpendiculaire. Gisements néocomiens de La Collette d'Escragnolles et du ravin de Saint-Martin.

En voiture à Saint-Vallier.

Retombée occidentale du Thiey. Sources vauclusiennes de la Siagne. La vallée de Nans, comme pli en M. *Vue d'ensemble sur les plaines de Saint-Vallier. Exemple de déhiscence anticlinale à un angle de recoupement synclinal. Petit gisement séquanien.*

Dîner et coucher à Saint-Vallier.

Lundi 8 Septembre. — Départ en voiture, à 7 heures du matin, par Grasse, pour Gourdon.

Tache labradoritique du Pilon. Ombilic anticlinal de Lauteron. Descente et remontée du Jurassique. Recoupement orthogonal des synclinaux mollassiques de Courmettes au pied de l'anticlinal infrajurassique. A Gourdon, confluence dans le Crétacé de tout le faisceau parallèle de plis des hauts plateaux. Structure anticlinale normale de la barre. Sa continuité avec la nappe sous-anticlinale frontale plissottée.

Déjeuner à Gourdon. Ensuite, en voiture, au pont de Bramafan, et, à pied, par le fond du cirque de Courmes et les gorges du Loup, à Pataras.

Ombilic synclinal du Saut-du-Loup. Analyse des multiples plis de convergence. Tectonique du Loup. Fossiles dans le Bajocien. Gisement spécial du Bathonien. Faciès particulier du Gault.

Dîner de clôture au Grand-Hôtel du Loup à Pataras. Retour en voiture à Grasse.

Liste des principaux travaux relatifs à la région parcourue dans les excursions dirigées par M. Guébhard

1826. Risso. — Histoire naturelle de l'Europe méridionale. I, p. 22.

1829. De Villeneuve. — Clue de Saint-Auban. *Collection de Notices*, t. II, p. 168-173.

1841. Duval-Jouve. — Description des Bélemnites des terrains crétacés inférieurs. *Mém. de l'Ac. des Sc.*, 30 août 1841, in-4°, 80 p., avec 12 pl. et 1 carte coloriée.

1848-51. D'Archiac. — Histoire des progrès de la Géologie de 1834 à 1845, publiée par la Soc. Géol. de France, t. III.

1849-52. Alcide D'Orbigny. — Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques. Paris, Masson.

1850-52. Id. — Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés. Paris, Masson.

1851. Astier. — Catalogue descriptif des *Ancyloceras* du Néocomien d'Escragnolles et des Basses-Alpes. *Ann. de la Soc. d'agriculture, hist. nat. et arts utiles de Lyon*, gr. 8°, 27 p., 9 pl.

1856. Cte H. de Villeneuve-Flayosc. — Description minéralogique et géologique du Var et des autres parties de la Provence, avec application au gisement des sources, in-8°, 532 p., une carte. Paris, V. Dalmont.

1861-75. H. Coquand. — Nombreuses notes sur le Crétacé et le Jurassique de la Provence. *B. S. G. F.*, [2], XX, p. 558 ; [2], XXIV, p. 730 ; [2], XXVI, pp. 65, 116, 862 ; [2], XXVII, p. 73 ; [2], XXVIII, p. 209 ; [3], III, p. 671 ; etc.

1861-75. Hébert. Nombreuses notes sur le Jurassique et le Crétacé de Provence. *B. S. G. F.*, [2], XIX, p. 119 ; [2], XXVII, p. 107 ; [2], XXVIII, p. 155 ; [2], XXIX, p. 393 ; [3], III, p. 195 ; etc.

1866. Dieulafait. — De la place des calcaires blancs au-dessus du Jura moyen dans le Sud-Est de la France. *B. S. G. F.*, [2], XXIII, p. 463.

1867. Gény. — Sur les Ammonites des Alpes-Maritimes. *Congr. scient. de France*, XXXIII, p. 97.

1868. J.-R. Bourguignat. — Note complémentaire sur diverses espèces de Mollusques et de Mammifères découverts dans une caverne, près de Vence. Broch. gr. 8°, 12 p. Paris, Vve Bouchard.

1870. Dieulafait. — Etude sur la zone à *Avicula contorta* et l'Infralias dans le Sud-Est de la France. *Ann. des Sc. géol.*, I, p. 337-469, pl. V-VII.

1870. Macé. — Rapport sur les découvertes de M. Bourguignat dans les cavernes à ossements de Vence et Saint-Cézaire. *Mém. Soc. Sc. nat. de Cannes*, I, p. 30-34.

1871. Dieulafait. — Extension de la Grande Oolithe en Provence. *B. S. G. F.*, [2], XXVIII, p. 76.

1873. CHAMBRUN DE ROSEMONT. — Etudes géologiques sur le Var. *Ann. Soc. L. Sc. et Arts des A.-M.*, II, p. 3-113, 7 pl. et 1 carte.
1875 Dr NIÈPCE. Terrains tertiaires et poudingues pliocènes des Alpes-Maritimes. Broch. gr. 8°, 30 p. Nice, Caisson.
1875. D. OLIVIER. — Monuments préhistoriques des environs de Saint-Vallier-de-Thiey. *Matér. pour l'hist. primitive de l'homme*, [2], VI, p. 136.
1875. J.-R. BOURGUIGNAT. — Monuments mégalithiques de Saint-Cézaire. *Mém. Soc. Sc. nat. de Cannes*, V, p. 217-231, 3 pl.
1875. ID. — Genre nouveau de la craie chloritée de Vence. *Id.*, V, p. 324.
1875. Ed. BLANC. — Fossiles turoniens de Vence. *Id.*, V, p. 317-324.
1876. G. LAGNEAU. — Les Ligures. Broch. gr. 8°, 37 p. Paris, Hennuyer.
1877. *Réunion extraordinaire de la Société géologique* à Nice et à Fréjus. *B. S. G. F.*, [3], V, pp. 32, 57, 65, 76, 102-106, etc.
1877. Ch MARTINS. — Sur l'origine paléontologique des arbres, arbustes et arbrisseaux indigènes du Midi de la France, sensibles au froid dans les hivers rigoureux. *C.-R. Ac. Sc.*, LXXXIV, p. 534.
1878. Ed. BLANC. — Rapport sur les excursions de la Soc. géol. de France à Vence. *Mém. Soc. Sc. nat. de Cannes*, VII, p. 60-71.
1878. CHAMBRUN DE ROSEMONT. — Le Préhistorique rajeuni par l'Histoire et la Géologie. *Bull. Soc. niçoise des Sc. nat.*, [1], I, p. 56.
1879. J.-R. BOURGUIGNAT. — Description des ossements de grand *Felis*, découverts dans une caverne près Vence. Gr. in-4° avec atlas de 12 pl. in-folio. Paris.
1879. ID. — Histoire des *Felidæ* fossiles constatés en France dans les dépôts de la période quaternaire. 1 vol. Paris, Tremblay.
1879. E. DESOR. — Sur les terrains glaciaires et diluviens des environs de Nice. *Bull. Soc. niçoise des Sc. nat.*, [1], I, p. 137.
1879. CHAMBRUN DE ROSEMONT. — Le delta du Var et la période pluviaire. *Id.*, [1], I, p. 226.
1880. A. FALSAN. — Les deltas torrentiels anciens et modernes. *Id.*, [1], II, p. 9.
1880. A. LOCARD. — Lettre à M. Desor sur les coquilles de la couche de colmatage de l'embouchure du Var, au-dessous des conglomérats du lehm rouge. *Id.*, [1], II, p. 36.
1880. E. RIVIÈRE. — Nouvelles recherches dans les Alpes-Maritimes. *A. F. A. S.*, IX, p. 622-629.
1882. ID. — Le trou Camatte à Saint-Cézaire. *Id.*, XI, p. 652.
1882. E. DESOR. — Caverne à ossements de Peymeinade. *Ann. Soc. L. Sc. et A. des A.-M.*, VIII, p. 81.
1882. C. BOTTIN. — Monuments préhistoriques des Alpes-Maritimes. *Id.*, VIII, p. 155-177, pl. V-XII.
1882. M. CHIRIS. — Grottes préhistoriques de Saint-Martin. *Id.*, VIII, p. 249-260, pl. XIV-XIX.
1885. E. FALLOT. — Etages moyens et supérieurs du Crétacé dans le Sud-Est de la France. *Ann. des Sc. géol.*, XVIII, p. 1 à 268, pl. I à VIII.

1887. J. Seunes. — Ammonites du Gault. *B. S. G. F.*, [3], XV, p. 557-571, pl. XI à XIV.

1888. E. Rivière. — Les Baumes de Bail et la grotte Saint-Martin. *A. F. A. S.*, XVII, p. 388-397, pl. X.

1889. Id. — Grotte des Deux-Goules. *Id.*, XVIII, p. 459-461.

1889-90. Collot. — Extension du Crétacé dans la Basse-Provence. *B. S. G. F.*, [3], XVIII, p. 49, et [3], XIX, p. 39.

1891. A. Guébhard. — Présentation d'une carte géologique de la commune de Saint-Vallier-de-Thiey. *A. F. A. S.*, XX, [1], p. 208.

1891-95. W. Kilian. — Sur les assises supérieures du Jurassique et les couches inférieures du Crétacé dans la région delphino-provençale. *C.-R. S. G.*, 22 juin 1891, 15 février 1892, 4 février 1895; *B. S. G. F.*, [3], XVIII, pp. 300, 371; [3], XXI, p. 682.

1891. Munier. — Etude du Tithonique, du Crétacé et du Tertiaire du Vicentin. Thèse de doctorat, Paris, 185 p.

1892. W. Kilian. — Note sur les couches les plus élevées du terrain jurassique et la base du Crétacé inférieur dans la région delphino-provençale. *Bull. Soc. statist. de l'Isère*, (IV), I, p. 161.

1892. Id. — Id. *Trav. du Lab. de Géol. de la Fac. des Sc. de Grenoble*, t. I, p. 141.

1892. H. Ambayrac. — Etude géologique de la ligne de Nice à Grasse. Broch. gr. 8°, 67 p., 69 fig. de coupes. Nice, E. Gauthier.

1893. Kilian et Zürcher. — Note sur Escragnolles. *C.-R. S. G.*, 6 avril.

1894. A. Guébhard. — Tectonique d'un coin difficile des Alpes-Maritimes. *A. F. A. S.*, XXIII, p. 489-498, pl. VII, VIII.

1894. Id. — Sur la présence d'*Exogyra virgula* dans les Alpes-Maritimes. *C.-R. Ac. Sc.*, CXX, p. 1077.

1894. W. Kilian. — Réflexion sur le parallélisme du Valanginien jurassien avec le Crétacé inférieur de la région delphino-provençale. *C.-R. S. G.*, 22 janvier.

1894. C. Bottin. — Fouilles à la grotte Lombard. *Ann. Soc. L. Sc. et A. des A.-M.*, IX, p. 51-60, 3 pl.

1895. Id. — Fouilles préhistoriques aux environs de Saint-Vallier. *Id.*, X, p. 419-445, 2 pl.

1895. W. Kilian. — Sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur du Sud-Est de la France. *B. S. G. F.*, [3], XXIII, p. 659-803, pl. XI-XIV.

1895. Kilian, Zürcher et Guébhard. — Notice sur la région d'Escragnolles. *Id.*, [3], XXIII, p. 952, pl. XVII.

1895. P. Zürcher. — Structure de la région de Castellane. *Bull. Carte géol. Fr.*, VII, p. 1-37, pl. I. II.

1895. M. Chiris. — Pierre tabulaire de la Croix de Cabris. *Bull. Soc. Et. scient. de Draguignan*, XX, p. 75-81, 1 pl.

1896. A. Guébhard. — Ponadieu et les environs de Saint-Vallier-de-Thiey. *C. A. F. des A.-M.*, XVI, p. 115-139, 1 pl.

1896. Id. — Une grotte curieuse près Saint-Cézaire. *Ann. Soc. L. Sc. et A. des A.-M.*, XV, p. 322-331, 1 pl.

1896. PARONA et BONARELLI. — Fossili albiani d'Escragnolles. *Paleontografia italica*, II, p. 33-112, pl. X-XIV.
1896. P. OPPENHEIM. — Die oligocäne Transgression im alpinen Europa. *Ztschr. d. deutsch. geol. Ges.*, p. 27-153, 4 pl.
1896. C. BOTTIN. — Sépultures de Cannaux. *Rev. Ec. Anthrop.*, VII, p. 223-225.
1896. P. CASTANIÉ. — La Provence préhistorique. Gr. 8°, 293 p., 1 carte en couleurs. Paris, Marpon et Flammarion.
1897. A. GUÉBHARD. — Représentation graphique des accidents tectoniques. *B. S. G. F.*, [3], XXV, p. 440.
1897. ID. — Esquisse géologique de la commune de Mons (Var). *Bull. Soc. Et. scient. de Draguignan*, XX, p. 225 à 320, 2 pl.
1897. ID. — Un pont naturel dans les Alpes-Maritimes. *La Nature*, n° 1241.
1897. VINASSA DE RÉGNY. — I molluschi degli strati con *Serpula spirulæa*. *Proc. verb. d. Soc. toscana di Sc. natur.*, 4 juillet.
1897. M. CHIRIS. — La Sarrée et la grotte de Magagnosc. *Bull. Soc. Et. scient. de Draguignan*, XXI, p. 19-33, 3 pl.
1897. F. MADER. — Die Höchsten Teile der Seealpen in physiographischer Beziehung. 1 vol. gr. 8°, 235 p., 6 pl. Leipzig, G. Fock.
1898. A. JANET. — L'embut de Caussols. *Mém. Soc. spéléol.*, n° 17.
1898. W. KILIAN. — Sur les genres *Hoplites*, *Desmoceras*, etc. *B. S. G. F.*, [3], XXVI, p. 129.
1898. A. GUÉBHARD. — Présence du Miocène à Courmes. *Id.*, [3], XXVI, p. 104.
1898. ID. — Accidents frontaux anticlinaux. *A. F. A. S.*, XXVII, p. 149. — Essai d'orotectonique graphique. *Id.*, p. 150.
1898. P. GOBY. — Les gorges du Loup. *La Sc. illustrée*, n°s 545, 546. — La vallée de La Malle. *Journal de Grasse*, 29 décembre.
1898. HAUG. — Portlandien, Tithonique et Volgien. *B. S. G. F.*, [3], XXVI, p. 197-228.
1899. A. GUÉBHARD. — Accidents frontaux de la barre de Caussols. *Id.*, [3], XXVII, p. 253. — Tectonique de la Collette de Clars. *Id.*, p. 256.
1899. C. BOTTIN. — Fouille de neuf tombes aux environs de Saint-Vallier. *Ann. Soc. L. Sc. et A. des A.-M.*, XVI, p. 319-328, 1 pl.
1899. F. MADER. — Nei Monti di Provenza, Cheiron, etc. *Riv. del. C. A. I.*, XVIII, p. 90-94.
1899. J. GAVET. — Spéléologie des Alpes-Maritimes. *C. A. F. des A.-M.*, XX, p. 39-52.
1900. L. LAURENT et A. GUÉBHARD. — Gisements nouveaux de plantes tertiaires en Provence. *A. F. A. S.*, XXIX, p. 555-580.
1900. A. GUÉBHARD. — Les problèmes tectoniques d'Escragnolles. *A. F. A. S.*, XXIX, p. 580-594, pl. III et IV.
1900. ID. — Etoilements de plis observés dans les Alpes-Maritimes. *VIIIe Congrès géol. international*, p. 631-646, pl. VI.

1900. A. Guébhard. — Présentation de la carte au 1/80.000 du S.-O. des Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, [3], XXVIII, p 268. — Virgulien et Oxfordien des Alpes-Maritimes. *Id.*, p. 320. — Faciès particulier du Miocène, *Id.*, p. 321. — Age pontien des poudingues de Saint-Vallier. *Id.*, p. 325. — Rôle stratigraphique des labradorites des Alpes-Maritimes, *Id.*, p. 468. — Duplicité du synclinal d'Escragnolles, *Id.*, p. 910. — Gisements nouveaux de végétaux tertiaires, *Id.*, p. 913.

1900. E. Haug. — Les géosynclinaux et les aires continentales. *Id.*, [3], XXVIII, p. 617-711.

1900 P. Oppenheim. — Die Priabonschichten u. ihre Fauna. *Palæontographica*, XLVII, p. 296.

1900 F. Mader. — Les panoramas des Alpes-Maritimes. *C. A. F. des A.-M.*, XXI, p. 32 64.

1900. Id. — Die Riviera, Führer mit naturgeschichtlichen Notizen. 1 vol. cart., 456 p. Nizza, L. Gross.

1900. J. Gavet. — Spéléologie des Alpes-Maritimes. *C. A. F. des A.-M.*, XXI, p. 70-93

1901. A. Guébhard. — Théorie génétique des accidents paradoxaux observés dans les Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, [4], I, p. 612-623. — Sur le graphisme de la carte du S.-O. des Alpes-Maritimes. *Id.*, p. 444-451. — Limite du Néocomien dans les Alpes-Maritimes, *Id.*, p. 451. — Existence du Tertiaire lacustre sur la rive gauche de la Siagne, *Id.*, p. 539. — Crétacé supérieur à Crustacés, *Id.*, p. 540. — Faciès inférieur de la mollasse de Vence, *Id.*, p. 540.

1901. V. de Cessole. — Les Alpes maritimes et leurs belvédères. *Rev. alpine*, n° 6, 1er juin.

1901. F. Mader. — Les gorges des Alpes-Maritimes. *C. A. F. des A.-M.*, XXII, p. 30-67.

1901. J. Gavet. — Spéléologie des Alpes-Maritimes. *Id*, XXII, p. 75-89, et *Ann. Soc. L. Sc. et A. des A.-M.*, XVII, p. 197-219, pl. I-IX.

1901. P. Goby. — Fouille d'un tumulus à La Sarrée. *Journal de Grasse*, 17 nov.

1902. E. Haug. — Age des couches à *Cerithium Diaboli*. *B. S. G. F.*, [4], II, p. 483.

1902 P. Oppenheim. — Ueber ein ueberraschendes Auftreten von *Exogyra columba* Lk. *Centralbl. f. Mineral.*, n° 16, p. 501.

Cartes géologiques détaillées

1894. A. Guébhard. — Saint-Vallier-de-Thiey au 1/50.000. *A. F. A. S.*, XXIII, pl. VIII.

1900. Id. — Escragnolles au 1/40.000. *A. F. A. S.*, XXIX, pl. IV.

1900. Id. — Sud-Ouest des Alpes-Maritimes au 1/80.000. *C.-R. du VIIIe Congr. géol. international*, pl. VI.

PROGRAMME DES EXCURSIONS

dirigées par M. Léon BERTRAND

Mardi 9 Septembre. — Rendez-vous à Puget-Théniers dans la journée.

Dans l'après-midi, excursion facultative pour les membres arrivés le matin : *Étude du Nummulitique fossilifère de Puget-Théniers et du Crétacé de la vallée de la Roudoule.*

Le soir, à 9 heures, *séance d'ouverture de la Réunion extraordinaire.*

Mercredi 10 Septembre. — Départ de Puget-Théniers, à 6 heures, pour le Pas de Saint-Raphaël, La Penne, Rorebel et descente dans la vallée du Var à Touët-de-Beuil. — Déjeuner à Touët-de-Beuil. — En voiture, gorges inférieures du Cians jusqu'à Pradastié et retour à Puget-Théniers.

Anticlinal à axe triasique du Gourdan, déversé vers le nord. — Crétacé supérieur et Nummulitique renversés du flanc nord de la cuvette de Saint-Antonin. — Grand contact anormal, avec chevauchement vers le sud, séparant l'aire synclinale du Var moyen de celle de l'Estéron. — Coupe du grand synclinal du Var moyen jusqu'au Permien du dôme de la Cime de Barrot. — Gypse du Gralet.

Séance le soir.

Jeudi 11 Septembre. — Départ de Puget-Théniers, à 6 heures, en voiture, pour Entrevaux, Sausses, Daluis et Guillaumes.

Cuvettes nummulitiques de Puget-Théniers — Entrevaux et d'Agnere. — Gypse de Sausses. — Gypse triasique de Daluis. — Étude du grand dôme à noyau permien de la Cime de Barrot dans sa partie occidentale et de sa ceinture de plis périphériques déversés vers l'extérieur.

Déjeuner à Guillaumes. — Trajet en voiture jusqu'à Saint-Martin-d'Entraunes et retour à Guillaumes.

Trias. — Lias et Jurassique moyen fossilifères. — Marnes oxfordiennes.

Coucher à Guillaumes.

Vendredi 12 Septembre. — Départ de Guillaumes, à 6 heures, en voiture, jusqu'à Péone ; puis, à pied, par le vallon d'Aigue-Blanche, Fossemagne et Beuil. Déjeuner à Beuil. — Dans l'après-midi, à pied de Beuil à Roubion et à Saint-Sauveur-sur-Tinée.

Bordure triasique et jurassique au nord du dôme permien. — Resserrement et écrasement de ses plis contre ceux de la bordure du massif cristallin du Mercantour, déversés en sens inverse.

Samedi 13 Septembre. — Départ de Saint-Sauveur-sur-Tinée, à 6 heures, en voiture, pour Isola et le Pont-Rouge ; à pied, montée dans le vallon de Roja. — Retour à Saint-Sauveur.

Grès permiens inférieurs aux schistes rouges au voisinage de Saint-Sauveur. — Schistes cristallins du massif du Mercantour. — Transgression du Trias sur ces schistes dans la haute vallée de la Tinée. — Plis de la bordure secondaire du massif cristallin, couchés vers l'extérieur et empilés les uns sur les autres.

Coucher à Saint-Sauveur. — Séance le soir.

Dimanche 14 Septembre. — Départ de Saint-Sauveur-sur-Tinée, à 6 heures, à pied, pour Rimplas, La Bolline, Saint-Dalmas-le-Plan et Saint-Martin-Vésubie. — Déjeuner à La Bolline.

Jurassique moyen et Oxfordien fossilifères, à faciès calcaire. — Terminaison des plis étudiés les jours précédents. — Brèches calcaires récentes. — Glaciaire de Valdeblore.

Coucher à Saint-Martin-Vésubie.

Lundi 15 Septembre. — Départ de Saint-Martin-Vésubie, à 6 heures, en voiture, pour Roquebillère, La Bollène, Lantosque, Saint-Jean-la-Rivière, Levens, Tourrette, Saint-André et Nice.

Terminaison du massif cristallin au sud-est dans un faisceau de plis embrassant ce massif et venant converger dans un grand affleurement anticlinal triasique, qui chevauche des deux côtés sur des terrains beaucoup plus récents (Crétacé supérieur, Nummulitique, Flysch). — Faisceau de plis et chevauchements de la Vésubie inférieure. — Transgression du Jurassique supérieur ; calcaires blancs subcoralligènes avec accidents dolomitiques.

Coucher à Nice. — Séance le soir.

Mardi 16 Septembre. — Départ de Nice en chemin de fer (Chemins de fer du Sud), à 6 h. 50, pour le Pont-Charles-Albert. — A pied, environs de Bonson, Gilette et Saint-Martin-du-Var. — Retour à Nice, à 6 h. 04.

Grand contact anormal avec chevauchement du faisceau de plis de la Vésubie inférieure sur l'aire synclinale de l'Estéron. — Terminaison orientale de cette dernière et de la région des plateaux calcaires du sud-ouest de la feuille de Nice. — Argiles et poudingues pliocènes de Saint-Martin-du-Var.

Coucher à Nice.

Mercredi 17 Septembre. — Départ de Nice, à 6 heures, en voiture, pour Villefranche, le col des Quatre-Chemins et La Turbie. — A pied, col de Guerre et chemin de Peille. — Déjeuner à La Turbie. — Descente de La Turbie par Font-Divine à Saint-Romain, Monte-Carlo et Monaco. — Retour à Nice par le chemin de fer.

Grands chevauchements imbriqués vers le sud et provenant de plis dirigés approximativement ouest-est (faisceau du Littoral), qui naissent à l'est de la vallée du Paillon et peuvent être considérés comme la réapparition de ceux du faisceau de la Vésubie inférieure, dont les axes s'abaissent à l'ouest du Paillon pour se relever ensuite ; accidents transversaux de ces nappes chevauchées. — Brèches ossifères de Monaco.

Coucher à Nice. — Séance le soir.

Jeudi 18 Septembre. — Départ de Nice en chemin de fer (gare P.-L.-M.), à 6 h. 35, pour Cabbé-Roquebrune. — A pied, à Roquebrune, Gorbio et Mentón. — Déjeuner à Menton. — Course à pied à Castellar et retour à Menton. — Retour à Nice, le soir.

Poudingues de Roquebrune. — Bassin nummulitique de Menton. — Faille de Menton et Castellar. — Terminaison des plis du faisceau de la Roya.

Coucher à Nice.

Vendredi 19 Septembre. — Le matin, départ de Nice pour la gare d'Eze. Route de Monaco. — *Labradorite du cap d'Aggio.* — Retour en chemin de fer à Nice et déjeuner.

Dans l'après-midi, visite de la collection de M. Ambayrac et séance de clôture.

Liste des travaux relatifs à la région parcourue dans les excursions dirigées par M. Léon Bertrand

1780. De Saussure et Pictet. — Voyage de Gênes à Nice. Œuvres de de Saussure, édition in-4°, t. IV, p. 156.

1797. X... — Suite du Tableau des mines et usines de la République, par ordre de départemens. Département des Alpes-Maritimes. *Journal des Mines*, n° 37, p. 27-34. vendémiaire an VI.

1806. Faujas-Saint-Fond. — Description géologique des brèches coquillières et osseuses de la montagne de Montalban, de celle de Cimies et de Villefranche. Paris, 18 p., in-4°.

1809. Id. — Voyage géologique de Nice à Gênes. *Ann. du Muséum*. t XI, p. 189-225.

1818. Allan. — Sketch of the Geology of the environs of Nice. *Trans. R. Soc. Edinburgh*, t. VIII, p. 427-452, pl. VIII.

1824. Risso. — Aperçu géologique sur les environs de Nice. *Nova acta Acad. Cœs. Leop. Carol.*, t. XII, p. 347-364.

1826. Id. — Histoire naturelle des principales productions de l'Europe méridionale. vol. I, 1826.

1828. De la Bèche. — On the Geology of Nice. *Proc. Geol. Soc. London*, t. I, p. 87-89.

1828. Buckland. — Appendix to De la Bèche's Paper on the Geology of Nice. *Id.*, p. 94.

1829. De la Bèche. — On the Geology of the environs of Nice and the coast thence to Vintimiglia. *Trans. Geol. Soc. London*, 2e sér., t. III, p. 171.

1829. Buckland. — Observations on the secundary formations between Nice and the Col di Tendi. *Id.*, p. 187.

1833. Pareto. — Note sur les Alpes de la Ligurie, aux environs du Col de Tende. *B. S. G. F.*, [1], III, p. 188.

1837. Bertrand-Geslin. — Lettre à M. Michelin. *Id.*, VIII, p. 120.

1840. Dufrénoy et Élie de Beaumont. — Carte géologique de la France, au 1/500.000.

1841. A. Sismonda. — Neocomien bei Nizza (Mittheilungen an den Geh. Rath. v. Leonhard gerichtet). *Neues Jahrbuch*, 1841, p. 352.

1841. Id. — Memoria sui terreni stratificati delle Alpi. *Mem. R. Accad. Sc. Torino*, 2e sér., t III, p. 1-53, 1 pl.

1842. Id. — Osservazioni geologiche sulle Alpi Marittime e sugli Apennini Liguri. *Id.*, 2e sér., t. IV, p. 53-104.

1842. P. de Tchihatchoff. — Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples, suivi de quelques notions sur Nice et ses environs, 1 vol. in-8°. Berlin.

1844 Collegno. — Esquisse d'une carte géologique de l'Italie (2e édition), une feuille. Paris.

1844. A. Sismonda. — Observations sur la carte géologique des Etats sardes. *B. S. G. F.*, [2], I, p. 783.

1845. E. Sismonda. — Nota dei fossili eocenici della Contea di Nizza. *Atti della settima riunione degli Scienzati italiani*, in Napoli, p. 1160.

1845. Id. — Memoria geo-zoologicha sugli Echinidi fossili del Contado di Nizza. *Mem. R. Accad. Sc. Torino*, 2e sér., t. VI, p. 341-411, 2 pl.

1846. Pareto. — Carta geologica della Liguria marittima, une feuille. Gênes.

1846. A. Sismonda. — Lettre sur le terrain nummulitique et néocomien du Comté de Nice. *B. S. G. F.*, [2], III, p. 240.

1846. Perez. — Sui limiti geognostici del terreno cretaceo delle Alpi Marittime, avec des notes du major Chartes. *Atti della ottava riunione degli Scienziati italiani*, in Genova, p. 651.

1848. A. Sismonda. — Notizie e schiarimenti sulla constituzione delle Alpi piemontesi. *Mem. R. Accad. Sc. Torino*, 2e sér., t. IX, p. 1-123, 3 pl.

1849 Murchison. — On the structure of the Alps, etc. *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, t. V, p. 273.

1847-60. D'Archiac. — Histoire des progrès de la Géologie, t. III, p. 56-64 ; t. V, p. 65-70 ; t. VII, p. 209-218 ; t. VIII, p. 267-268.

1852. L. Bellardi. — Catalogue raisonné des fossiles nummulitiques du comté de Nice, avec la collaboration de E. Sismonda pour les Echinodermes, de d'Archiac pour les Foraminifères, et de Haime pour les Polypiers. *Mém. S. G. F.*, [2], IV, p. 205-300, pl. XII-XXII.

1855. Rozet. — Mémoire géologique sur les Alpes françaises. *B. S. G. F.*, [2], XII, p. 204-254, pl. VII.

1855. A. Sismonda. — Observations sur la constitution géologique des Alpes-Maritimes et de quelques montagnes de la Toscane. — Lettre à M. Elie de Beaumont. *Id.*, [2], XII, p. 329.

1860-61. Perazzi. — Lettre sulla esistenza nella provincia di Nizza di una formazione cuprifera contemporanea del terreno inferiore al calcare liassico. Une br. in-8°, 7 p., Gênes, 1860, et *Mem. R. Accad. Sc. Torino*, 2e sér., t. XIX, p. lxii-lxix.

1861. Pareto. — Coupes à travers l'Apennin, des bords de la Méditerranée à la vallée du Pô, depuis Livourne jusqu'à Nice. *B. S. G. F.*, [2], XIX, p. 239-320, pl. V-VII.

1862. G. de Mortillet. — Terrains du versant italien des Alpes comparés à ceux du versant français. *Id.*, [2], XIX, p. 849.

1862. A. Sismonda. — Carta geologica di Savoja, Piemonte e Liguria, pubblicata per cura del governo di S. M. Vittorio Emmanuele II, re d'Italia.

1865. Desor. — Der Gebirgsbau der Alpen. 1 vol. in-8°, avec une carte coloriée. Wiesbaden.

1865. Desor. — Sur la disposition des massifs cristallins des Alpes ou zones d'affleurement. *B. S. G. F.*, [2], XXII, p. 354-360, pl. III.

1867. Gény. — Note sur les Ammonites du département des Alpes-Maritimes. *Congrès scientifiques de France*, 33e session, Nice, p. 97.

1869. Davidson. — Note on the geology and paleontology of the Neighbourhood of Nice. *Geol. Magazine*, t. VI, p. 308.

1869. Gény. — General summary of a geological section of the departement of the Maritime Alps. *Id.*, p. 309.

1870. Dieulafait. — Etude sur la zone à *Avicula contorta* et l'Infralias dans le Sud et le Sud-Est de la France. *Ann. Sc. géol.*, t. I, p. 337-496, pl. V-VII.

1872. A. Garnier. — Terrains tertiaires de l'Asse, du Verdon et du Var. *B. S. G. F.*, [2], XXIX, p. 692.

1872. Tournouër. — Sur le terrain nummulitique des environs de Castellane. *Id.*, p. 707.

1874. Niepce. — Terrains tertiaires du département des Alpes-Maritimes. *Revue de Nice*, 1874.

1875. Chambrun de Rosemont. — Le Var et le Rhône pendant les périodes tertiaire et quaternaire. *Ann. Soc. L. Sc. et A. des A.-M.*, t. II, [2], p. 3-113, pl. I-VII et carte.

1875. Id. — Trachytes du cap d'Ail. *Id.*, p. 113-116.

1875. Gény. — Description d'une nouvelle espèce d'Ammonite. *Id.*, t. II, [2], p. 161, pl. A.

1877. *Réunion extraordinaire de la Société géologique* à Fréjus et à Nice. *B. S. G. F.*, [3], V.

1878. Chambrun de Rosemont. — Etude sur la plage de Nice. *Bull. Soc. niçoise des Sc. nat.*, I, p. 16-32.

1879. Potier. — Note sur les gypses de l'ancien comté de Nice. *B. S. G. F.*, [3], VII, p. 603-606.

1880. A. Locard. — Sur le conglomérat ligure ou pliocène de Roquebrune. *Bull. Soc. niçoise des Sc. nat.*, [1], II, p. 44.

1881. *Ufficio geologico d'Italia.* — Carta geologica d'Italia (1/1.111.111), une feuille. Rome, 1881.

1881. Potier. — Feuilles nos 213 bis et 225 bis (Saorge et Pont-Saint-Louis) de la Carte géologique détaillée de la France.

1881. Portis. — Sui terreni stratificati di Argentera (Valle della Stura di Cuneo). *Mem. R. Accad. Sc. Torino*, 2e sér., t. XXXIV, p. 25-99, 1 pl.

1883. Faujas-Saint-Fond. — Brèches osseuses et coquillères des environs de Nice. *Bull. Soc. niçoise des Sc. nat.*, [2], I, p. 130.

1884. Zaccagna. — Sulla costituzione geologica delle Alpi Marittime. *Boll. R. Comit. geol. Ital.*, t. XV, p. 167.

1885. Fallot. — Etude géologique sur les étages moyens et supérieurs du terrain crétacé dans le Sud-Est de la France. Thèse in-8°, Paris, 1885. *Ann. Sc. géol.*, t. XVII.

1886. CAREZ et VASSEUR. — Carte géologique de la France dressée sur la carte du dépôt des fortifications, 1/500.000 (Feuilles XII, N.E., et XII, S.E.). Paris, Comptoir géologique.

1886. F. SACCO. — Studio geo-paleontologico sul Lias dell' alta valle della Stura di Cuneo. *Boll. R. Comit. geol. Ital.*, t. XVII, p. 6-27.

1887. GORET. — Géologie du bassin de l'Ubaye. *B. S. G. F.*, [3], XV, p. 539-555, pl. X.

1887. ISSEL, MAZZUOLI et ZACCAGNA. — Carta geologica delle Riviere liguri e delle Alpi Marittime, pubblicata per cura della sezione ligura del Club alpino italiano, une feuille. Gênes.

1887. ZACCAGNA. — Sulla geologia delle Alpi occidentali. *Boll. R. Comit. geol. Ital.*, t. XVIII, p. 346-417, pl. IX-XI.

1888. ISSEL. — Il terremuoto del 1887 in Liguria. Supplemento al *Boll. R. Comit. geol. Ital.*, *anno 1887*, avec 4 pl. et une carte.

1888. PORTIS. — Sui terreni attraversati dal confine franco-italiano nelle Alpi Marittime. *Boll. R. Comit. geol. Ital.*, t. XIX, p. 42.

1888. W. KILIAN. — Description géologique de la Montagne de Lure (Basses-Alpes). Thèse in-8°, 458 p., 3 cartes, 3 vues, 4 pl. de fossiles. *Ann. Sc. géol.*, t. XIX et XX.

1888. *Service de la Carte géologique de la France.* — Carte géologique de la France à l'échelle du millionième, 4 feuilles, Paris.

1889. *Id.* — Ministère des Travaux publics. Exposition universelle de 1889. Carte géologique de la France et topographies souterraines. VIII Panneau de la Provence et des Alpes-Maritimes (Notice rédigée par M. Marcel Bertrand), p. 92-134. 1 vol. in-8°. Paris, Imprimerie Nationale.

1889. *Ufficio geologico d'Italia.* — Carta geologica d'Italia, nella scala di 1/1.000.000. Une feuille. Rome.

1890. Fr. NOË. — Geologische Uebersichtskarte der Alpen, 1 feuille. Vienne.

1890. ID. — Erlaüterung zu der geologischen Uebersichtskarte der Alpen, 1 br. in-8°, 27 p., renfermant une note de E. SUESS : Einige Worte zu F. Noë's geologischer Uebersichtskarte der Alpen.

1891. DIENER. — Der Gebirgsbau der Westalpen, 1 vol. in-8°. Vienne.

1891. E. HAUG. — Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. Thèse de doctorat, Paris, 1 vol. in-8°. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. III, n° 21.

1891. S. FRANCHI. — Il Giuraliasico ed il Cretacco nei dintorni di Tenda, Briga marittima e Triora, nelle Alpi marittime. *Boll. R. Comit. geol. Ital.*, 1891, n° 4.

1892. AMBAYRAC. — Ligne de Nice à Grasse et à Puget-Théniers. Etude géologique et pittoresque (1 br. in-8°, avec une carte et 8 pl. de coupes autographiées). Nice.

1893. Léon BERTRAND. — Sur la constitution géologique de la partie septentrionale des Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, [3], XXI, *C.-R. des séances*, p. XV-XVIII.

1894. E. Haug. — Les régions naturelles de la chaîne des Alpes. *Ann. de Géogr.*, 3e année, n° 10, p. 150-172, 1 pl.

1894. Marcel Bertrand. — Sur la structure des Alpes françaises. *C.-R. Ac. Sc.*, séance du 22 janvier 1894.

1894. Id. — Lignes directrices de la géologie de la France. *Id.*, séance du 29 janvier 1894.

1894. S. Franchi. — Contribuzione allo studio del Titonico e del Cretaceo nelle Alpi Marittime italiane. *Boll. R. Comit. geol. Ital.*, 1894, n° 1.

1894 Léon Bertrand. — Nord du département des Alpes-Maritimes. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. VI, n° 38. Comptes-Rendus des collaborateurs pour la Campagne de 1893, p. 103-105.

1894. Marcel Bertrand. — Études dans les Alpes françaises (structure en éventail, massifs amygdaloïdes et métamorphiques. *B. S. G. F.*, [3], XXII, p. 69-118, pl. IV-VI.

1894. Id. — Les lignes directrices de la géologie de la France. *Revue générale des Sciences* du 30 septembre 1894.

1894. S Franchi. — Relazione sui principali risultati del rilevamento geologico nelle campagne 1891-92-93. *Boll. R. Comit. geol. Ital.*, 1894, n° 3.

1895. Léon Bertrand. — Nord des Alpes-Maritimes. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. VII, n° 44. Comptes-rendus des collaborateurs pour la campagne de 1894, p. 107-113.

1895. Id. — Sur la tectonique de la partie nord-ouest du département des Alpes-Maritimes. *C.-R. Ac. Sc.*, séance du 8 juillet 1895.

1895. Id. — Note sur la tectonique des Alpes-Maritimes et observations sur celle des environs de Castellane. *B. S. G. F.*, [3], XXIII, *C.-R. des séances*, p. clviii et clxix.

1895. Zürcher. — Note sur la structure de la région de Castellane. *Bull. Carte géol. Fr.*, VII, n° 48, 37 p., 6 pl.

1895. E. Haug. — Contribution à l'étude des lignes directrices de la chaîne des Alpes. *Ann. de Geogr.*, 5e année, n° 20, p. 167-178, 1 pl.

1896. Léon Bertrand. — Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes. Thèse de doctorat, Paris, 1 vol in-8°. *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 56, t. IX.

1897. W. Kilian. — Constitution géologique des massifs de la haute Bléone et du haut Var. *C.-R. Ac. Sc.*, 8 mars.

1897. Léon Bertrand. — Feuille de Saint-Martin-Vésubie. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. IX, n° 59, p. 114.

1897. Dr Fritz Mader. — Die höchsten Teile der Seealpen und der ligurischen Alpen in physiographischer Beziehung. Leipzig, un vol. in-8°, 235 p.

1898. A. Viglino. — Introduzione allo studio sui Ghiacciai delle Alpi marittime. *C. A. I.*, XXI, 38 p.

1898. Léon Bertrand. — Feuille de Nice. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. X, n° 63, p. 112.

1898. Id. — Feuille de Saint-Martin-Vésubie. *Id.*, p. 116.
1898. Id. — Notice explicative de la feuille 213 (Saint-Martin-Vésubie) de la Carte géologique de la France.
1899. Id. — Feuille de Nice. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. X, n° 69, p. 86.
1899. A. de Riaz. — Contribution à l'étude du système crétacé dans les Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, [3], XXVII, p. 411.
1900. Léon Bertrand. — Observations sur le Crétacé des Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, [3], XXVIII, p. 42.
1900. Id. — Observations sur les gypses des Alpes-Maritimes. *Id.*, p. 43.
1900. Guébhard. — Sur la situation stratigraphique des labradorites du sud-ouest de la feuille de Nice. *Id.*, p. 468.
1900. A. de Riaz. — Nouvelles observations sur le système crétacé dans les Alpes-Maritimes. *Id.*, p. 764.
1901. Léon Bertrand. — Sur l'âge des roches éruptives du cap d'Aggio. *C.-R. Ac. Sc.*, t. CXXXII, p. 182 et *B. S. G. F.*, [4], I, p. 96.
1901. A. Peron. — Les étages crétaciques supérieurs des Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, [4], I, p. 505.
1902. A. de Riaz. — Sur les étages crétaciques supérieurs des Alpes-Maritimes ; réponse à la note de M. Peron. *B. S. G. F.*, [4], II, p. 369-373.
1902. Id. — Tertiaire et Quaternaire des environs de Nice. *Id.*, p. 373-374.
1902. Léon Bertrand et Ph. Zürcher. — Notice explicative de la feuille 225 (Nice) de la Carte géologique de la France.

Cartes géologiques détaillées

1898. — Carte géologique détaillée de la France au 1/80.000 : Feuille 213 (*Saint-Martin-Vésubie*). Paris, Béranger.
1902. — Id. : Feuille 225 (*Nice*). Paris, Béranger.

PREMIÈRE PARTIE

COMPTE-RENDUS DES EXCURSIONS

Séance d'ouverture, Mardi 9 Septembre 1902

PRÉSIDENCE DE M. ZÜRCHER,
Puis de M. LÉON BERTRAND, Président de la Réunion.

La séance est ouverte à 9 heures du soir, dans une salle de l'hôtel-de-ville de Puget-Théniers, sous la présidence de M. Zürcher, ancien Vice-Président de la Société, assisté de M. Robert Douvillé, Secrétaire d'âge.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance du 16 juin. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. **Zürcher** prononce l'allocution suivante :

Messieurs et chers Confrères. — En déclarant ouverte la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France en 1902, je crois devoir tout d'abord féliciter les membres de la Société qui ont bien voulu prendre part aux courses qui leur permettront de connaître quelque peu la région si intéressante et si compliquée des Alpes-Maritimes. J'exprime en même temps le vif regret de constater l'absence d'un grand nombre de ceux qui auraient été si bien à leur place parmi les chercheurs des problèmes nombreux et délicats que soulève la géologie alpine.

J'invite mes confrères présents à constituer le bureau définitif de la Réunion extraordinaire.

On procède à l'élection du bureau définitif ; sont élus : *Président* : M. Léon BERTRAND ; *Vice-Présidents* : MM. GUÉBHARD et ZÜRCHER ; *Secrétaire* : M. MENGAUD ; *Secrétaire-adjoint* : M. MENGEL ; *Trésorier* : M. LANGLASSÉ.

M. Zürcher invite le Président et les Secrétaires qui viennent d'être élus à prendre place au bureau.

En raison de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. le Dr **Boyer**, de Lyon, présenté par MM. Depéret et Riche.

Il annonce deux présentations.

Le Président fait part à la Société des regrets qui ont été exprimés par divers membres, MM. Bayle, Bel, Bonnet, Brouet, Haug, Kilian, Ficheur, Leenhardt, Lugeon, Miquel, Ramond, Sage, empêchés au dernier moment de prendre part à la Réunion ; il remercie M. le Maire de Puget-Théniers, qui a bien voulu mettre la salle des Séances à la disposition de la Société et s'est excusé de ne pouvoir assister aux séances.

M. **Léon Bertrand** rappelle qu'il y a 25 ans, la Société s'était déjà réunie dans les Alpes-Maritimes, mais s'était bornée à l'étude de la région voisine du littoral et plus particulièrement des terrains tertiaires ; la Réunion de cette année sera, au contraire, consacrée à l'étude spéciale de la région alpine jusqu'au massif cristallin du Mercantour. Avant d'exposer le programme des excursions dans cette région, il invite M. le Dr Guébhard à faire le compte-rendu des excursions préliminaires qu'il a dirigées, du 5 au 8 septembre, dans la région de Grasse.

M. **Ad. Guébhard** fait le compte-rendu des courses des 5 et 6 septembre [1].

MM. **Zürcher** et **Léon Bertrand** prennent ensuite la parole [1].

L'heure étant trop avancée pour achever le compte-rendu des excursions préliminaires, la Société décide de tenir une séance supplémentaire, le mercredi 10 septembre, à 9 heures du soir, en la même salle de l'Hôtel-de-Ville de Puget-Théniers.

La séance est levée à 11 heures.

1. Voir ci-après le compte-rendu détaillé.

Compte-rendu de la course du 5 Septembre

par M. A. GUÉBHARD.

(PLANCHES XVIII-XX).

GRASSE A CABRIS. — Réunis à 9 h. 1/2 du matin, à Grasse, les excursionnistes commencent, en voiture, la lente ascension qui, peu à peu, leur fera parcourir tous les étages calcaires du Jurassique provençal, à partir de ce niveau argileux infraliasique dont Dieulafait signala anciennement [1] l'importance aquifère, bien justifiée, ici, un peu en-dessus de la plaque d'altitude de 350 m., par le jaillissement de la grosse source de La Fous, qui prépara à la ville de Grasse son premier substratum, en accumulant dans une petite dépression synclinale inférieure les importantes masses de tuf calcaire sur lesquelles s'élève aujourd'hui la cathédrale.

A vrai dire, on est à un niveau un peu inférieur, avoisinant le Trias, dont les premières masses, toujours marneuses et cargneuloïdes, et particulièrement éboulueuses, sont généralement fort difficiles à distinguer de celles qui les surmontent, et, en tout cas, ici, confondues avec elles en un commun effort de poussée sur les énormes murs de soutènement qui, difficilement, les contiennent au long des pentes raides, gravies par la route de Saint-Vallier (route nationale n° 85).

Il faut passer le premier tournant et le km. 45 pour trouver, sur la gauche, au niveau des marches d'un petit sentier grimpant au nord, contre le mur de clôture de la villa des Chênes, les plaquettes jaunes bien caractérisées de l'Infralias à *Avicula contorta*. Ce banc-lumachelle, intercalé en pleines argiles, annonce la fin de celles-ci, et, avec elles, de la riche zone cultivée dont on peut suivre de l'œil, vers l'est, au premier plan d'un panorama tout bleu, la frontière nettement marquée au flanc des monts pelés par le contraste du gris ténu de l'oliveraie avec la sombre ligne de chênes verts ou de pins qui, presque toujours, annonce le Bajocien siliceux.

Avant d'arriver à celui-ci, il reste à traverser la nappe des dolomies très caractéristiques qui, dans toute la région, d'une manière uniforme, marquent la partie supérieure de l'Infralias, sans qu'il ait été possible jusqu'à présent, faute de données paléontologiques, de décider si elles étaient simplement la continuation du Rhétien

1. DIEULAFAIT. Sur la zone à *Avicula contorta* dans le Sud et le Sud-Est de la France. *Ann. des Sc. géol.*, I, p. 337-496, pl. 5-7, 1870.

ou une représentation méridionale de l'Hettangien. Dieulafait mentionne, il est vrai, la trouvaille tout-à-fait exceptionnelle qu'il fit à ce niveau, aux environs de Draguignan, dans les dolomies subordonnées au calcaire gris à silex, de quelques petits fossiles qui auraient été reconnus nettement comme du même horizon que l'*Avicula contorta*. Mais partout le faciès minéralogique est absolument distinct, et comme la route, tournée au nord, suit pendant plus de 700 m. la tranche des bancs, on peut examiner à loisir l'aspect tout spécial que donne à ces dolomies, assez claires, et plutôt mates à la cassure que cristallines, homogènes et fines de pâte, que sableuses et caverneuses, leur mode de délit prismatique et de double division parallèle et perpendiculaire à la stratification, qui sculpte en cordons de colonnettes certains lits minces et strie tous les autres, par érosion, de franges verticales ; d'où, pour l'ensemble, une physionomie tellement accentuée et si constante aussi, qu'il suffit de l'avoir notée une fois pour ne pas tomber ensuite dans les confusions, trop souvent commises par Dieulafait, soit avec la dolomitisation que nous allons voir ici-même, un peu avant d'arriver au pont de Roquevignon (km. 44,1), — beaucoup plus sombre, massive et mal litée, — de la base du Bajocien siliceux, soit avec les dolomies triasiques qu'on verra dans quelques jours au Pré du Lac, beaucoup plus blanches, à division moins menue, quoique analogue, montrant de grandes surfaces planes et claires, presque en miroirs, avec un délit plutôt cubique que prismatique.

Ces formes sont particulièrement remarquables aux abords du pittoresque Château d'eau, déversoir du haut canal du Foulon, amenant à Grasse les eaux d'une des principales sources latérales de la rivière du Loup. Là se voit aussi une ondulation des bancs, qui, nettement synclinale, correspond au dernier pli de bordure de la zone surélevée des hauts plateaux, comme le font ressortir les tracés de la carte géologique dont l'auteur a remis à chacun de ses compagnons un exemplaire entoilé [1], avec invitation d'en contrôler, à toute occasion, la scrupuleuse exactitude matérielle.

Roquevignon. Jurassique inférieur. — De l'autre côté du ravin de Roquevignon, les dolomies, dont on a noté le changement d'aspect, font place à des calcaires bicolores, bleus et jaunes, traversés de cordons de silex [2] et passant supérieurement à une oolithe

1. A. Guébhard. Carte géologique au 1/80.000 du Sud-Ouest du département des Alpes-Maritimes. *C.-R. VIIIe Congrès géologique international*, session de Paris, 1900, pl. VI.

2. Voir plus loin la note annexe : Sur le Jurassique des Préalpes Maritimes, par MM. W. Kilian et A. Guébhard.

brune. C'est le Bajocien exploité comme pierre à bâtir, en de nombreuses carrières au milieu desquelles s'amorce la route de Cabris, un peu au-dessus d'un superbe chêne-liège qui, dit-on, par sa présence exceptionnelle au milieu de représentants non moins remarquables des deux espèces congénères, le chêne blanc et le chêne vert, frappa jadis Linné à son passage et lui fit remarquer la présence du silex sur ces monts d'apparence exclusivement calcaire.

Le chemin, tournant vers l'ouest, traverse quelques lits marno-calcaires, précurseurs du Bathonien [1] et débouche, en même temps que le raidillon de l'ancienne route, sur le Plateau Napoléon [2]. En face de la poudrière élevée à cette place, les géologues, quittant la voiture, montent au nord, d'une centaine de mètres, pour aller récolter en abondance, dans un trou de carrière à l'ouest du mauvais sentier, la *Rhynchonella decorata*, dont les exemplaires couvrent toute la surface de lit d'un banc que sa finesse de pâte presque lithographique, sa belle couleur grise, à peine tachetée d'ocre jaune, son allure quasi-marbreuse sous le ciseau, font rechercher partout comme pierre de taille.

En redescendant, on trouve, au-dessous d'une petite épaisseur de dolomies, des intercalations mi-dolomitiques, mi-argileuses, représentant un horizon inférieur, aussi très constant, caractérisé par l'abondance d'une valve plate d'*Ostrea* sp., accompagnée de la jolie petite *O. costata* Sow., et de très nombreux moules de Pholadomyes de toutes dimensions. Enfin, en-dessous de la route, le fond d'une petite carrière abandonnée montre très nettement une voussure anticlinale (fig. 1), de faible amplitude, il est vrai, mais de signification digne d'être notée à cause de son rattachement axial avec d'autres accidents locaux du même genre, observables jusqu'à de très grandes distances.

Fig. 1. — Voûte bajocienne sous la poudrière de Roquevignon [3].

1. Une coupe relevée avec beaucoup de détails, à partir de ce point vers le nord, par M. L. Pellegrin, a été publiée anciennement par M. Potier : Notice sur les dolomies des Alpes-Maritimes, *C.-R. Réunion extr. 1877. B. S. G. F.*, (3), V, pl. XVIII.

2. Cette ancienne route fut suivie, en 1815, par Napoléon et sa troupe, à son retour de l'île d'Elbe.

3. Toutes les vues reproduites dans le texte sont, sauf mention spéciale, des réductions de clichés 13 × 18 et 18 × 24 de l'auteur.

La route, un instant confondue avec l'ancien chemin de Castellane, marche au nord sans sortir du Bathonien dont les trous d'exploitation parsèment les pentes jusqu'à la grande route actuelle d'Antibes à Paris par Castellane, laquelle, bien plus loin et bien plus haut, recoupera une autre fois les calcaires à *Rhynchonella decorata* : preuve de l'existence nécessaire, entre ces deux points, d'altitude différente, et de pendage identique au nord, ou d'une faille, ou d'un double mouvement anticlinal et synclinal ; or la voussure anticlinale est visible à la carrière du km. 40,86 de la route nationale, et nous allons pouvoir constater le synclinal à la traversée du premier vallon, dit de Clarette où s'observent (fig. 2) à l'extrémité sud du pont, des pendages presque horizontaux, regardant au nord-ouest et, de l'autre côté, presque verticaux, regardant au sud-est. Comment faire le raccord autrement que par un pointillé en V ? Et voici, prise sur le fait, une de ces coupes à angle aigu, qui, observées en mille autres occasions, ne pouvaient être autrement figurées que par les formes de contours adoptées par M. Guébhard, bien avant qu'aucune espèce de théorie eût été tentée à leur propos.

Fig. 2. — Pendages opposés du Bathonien au pont inférieur du vallon de Clarette.

Cet accident, d'ailleurs, se coordonne avec d'autres ; en effet, dans la ligne qu'indique celui-ci, entre le pont et le gué inférieur du vieux sentier abandonné, se rencontre un de ces petits lambeaux singuliers de poudingue pontien posé à même sur le Jurassique inférieur, que l'observation, et non une hypothèse quelconque, a montrés, toujours et partout, situés, comme ici, dans l'axe de quelque synclinal réellement constatable, soit en deçà, soit au delà. Sa petitesse le rend impossible à figurer sans exagération d'échelle, mais il n'en existe pas moins et, avec lui, tous les mouvements de couches, certainement dignes d'être notés, auxquels est due toute l'orographie de la région : et le petit ravin que nous traversons, et l'énorme fosse dont nous allons contourner le bord supérieur, et la presqu'île du clos Amic, que nous voyons en face, et la petite gorge au bord de laquelle nous apercevons perché le village de Cabris.

Passé le pont, reparaît, à la bifurcation du vieux chemin, le Bajocien siliceux, puis, à l'approche du Gros Vallon, la dolomie, où se reconnaît celle du Château d'eau, formant plancher à la chaussée pittoresquement suspendue en corniche au plus haut de l'Infralias [1] tout autour du grand parc boisé.

Fontfraye. Accident pontien. — Au pont du vallon de Fontfraye, limite ouest de la propriété Amic, on met pied à terre et, par un sentier rocailleux de la rive droite, qui monte d'abord à travers les bancs de plus en plus siliceux du Bajocien, puis à travers les dolomies jaunes de la base du Bathonien, l'on arrive bientôt à un petit ravin perpendiculaire, au-delà duquel se remarquent, encastrés dans la dolomie même, de gros bancs de calcaire blanc bréchoïde, puis d'un poudingue plus ou moins bréchoïde aussi, à éléments divers, surtout jurassiques, mais aussi crétacés et nummulitiques, ces derniers provenant, à l'état de galets roulés, de la grande nappe de poudingue que l'on voit en place à Saint-Vallier couronner l'Eocène, et qui avait été toujours rattaché à celui-ci, jusqu'à ce que des trouvailles de fossiles faites à la base et soumises à la haute compétence de M. Depéret, en eussent mis hors de doute l'âge au plus miocène supérieur, pontien [2].

Très nombreux dans la région, et presque toujours alignés suivant des axes qu'une observation consciencieuse des pendages a montrés toujours synclinaux, ces sortes de lambeaux jouent, dans l'étude tectonique de la région, un rôle pratique très important, en fournissant, pour le jalonnement des lignes synclinales, la même ressource que, pour les anticlinaux, les pointements de gypse triasique. Fait matériel, qui s'expliquerait tout naturellement, s'il était permis de voir dans ces lambeaux, de vulgaires témoins de l'érosion d'une nappe déposée en discordance sur un substratum déjà profondément arasé avant les grands mouvements qui ont porté des restes de Poudingue jusqu'à des altitudes de 1100 et 1200 mètres.

Telle devait aussi être infailliblement l'impression des visiteurs nouveaux venus, insuffisamment mis en garde par leur guide contre

1. La carte de l'Etat-Major au 1/80.000, dernière revision, place encore la route à quatre ou cinq millimètres trop bas (un demi kilomètre), la faisant passer à mi-côte de l'abrupt, en dessous de deux bastides, qui marquent la zone des oliviers, depuis longtemps quittée pour celle des chênes. M. Guébhard, après avoir repéré ses contours géologiques sur plans cadastraux au 1/2.000, n'a pas voulu les déformer sur le tracé cartographique, au risque de ne plus pouvoir placer le Trias anticlinal et son noyau de gypse, déjà fort resserrés en raison de l'abrupt.

2. A. Guébhard. Sur quelques gisements nouveaux de plantes tertiaires en Provence. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 914, 1900.

certains détails réellement paradoxaux du problème. Ici même, ce n'est point avec la brèche miocène qu'est en contact anormal la

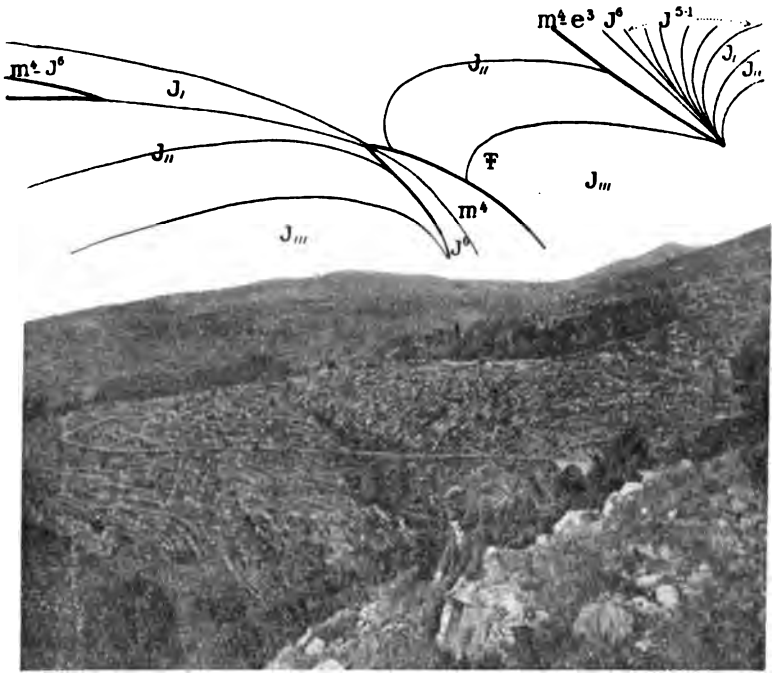


Fig. 3. — Accident du Gros Vallon, vu de la route nationale, km. 40,2 [1].

dolomie du Jurassique inférieur, mais avec une bordure, de plus d'un mètre d'épaisseur, exclusivement formée de fragments, ressou-

1. Voici la signification des symboles employés dans les figures des comptes-rendus de M. Guébhard.

F,	Gisement fossilifère.	c^8 à c^1,	Crétacé supérieur, Cénomanien, Albien.
A_E,	Eboulis.	c_{III-IV},	Barrèmien, Valanginien.
A_B, Br,	Brèche.	J^{8-6},	Portlandien et calcaires supérieurs.
a^2,	Alluvions récentes.	J^5,	Kiméridgien, Virgulien.
m^4,	Poudingue pontien.	J^{4-3},	Séquanien, Rauracien.
λ,	Labradorite.	J^2,	Oxfordien.
m^3,	Tortonien, Helvétien.	J^1,	Callovien.
m^2,	Burdigalien.	J_I à J_{III},	Bathonien.
e^3,	Priabonien.	J_{IV},	Bajocien.
e^2,	Bartonien.	l^D, l,	Infralias dolomitique et argileux.
e^1, e_1,	Lutécien sup. et inf	t^{3-1},	Trias.

Le chiffre inscrit sur la ligne de base des coupes est l'altitude au-dessus de la mer.

dés sur place, de Portlandien, dont le banc, en blocs bien entiers, traverse un peu plus loin en écharpe tout le parc Amic, toujours posé sur le Bathonien, jusqu'à un autre lambeau de Poudingue, dans l'alignement duquel un troisième se voit en dessous du vieux pont de l'ancienne route, sur le Gros Vallon. Admettra-t-on, d'après cela, une transgression portlandienne, alors que partout, et tout près d'ici, s'affirme la parfaite continuité des dépôts de toute la période jurassique ?

En d'autres lieux, et même tout près d'ici, au-dessus du troisième pont, ce sont des fragments de bancs virguliens, séquaniens, oxfordiens, qui font ceinture au lambeau anormalement incrusté dans des terrains beaucoup plus anciens. Et, presque partout, l'origine tectonique et nullement stratigraphique de la discontinuité est attestée par le voisinage de mouvements de couches, tels que ceux qu'on a vus tantôt au pont de Clarette, et qu'on pourrait revoir ici, bien plus importants, sous forme d'une grande voussure bathonienne au-dessus du lambeau, répétée non moins visiblement au-dessus du lambeau du Gros Vallon (fig. 3), en face duquel paraît encore, dans les bancs mêmes qui supportent la grande route, un dessin caractérisé d'angle synclinal (Pl. XVIII).

M. Guébhard, surpris de voir se rallier à l'explication élémentaire, mais, pour lui, inapplicable [1], de la transgression miocène, son éminent confrère M. Zürcher, qui, dans une ancienne course en commun, avait été témoin des hésitations de M. Marcel Bertrand lui-même devant les difficultés du problème, en oublie de faire remarquer, au plus haut du petit dos d'âne qu'on escalade pour regagner la route, un autre amas de blocs de Jurassique supérieur et de galets de poudingue, dans l'alignement de toute une série d'autres taches pareilles, qui se continuent sur plusieurs kilomètres à l'ouest, jusqu'à jonction évidente avec l'axe de la cuvette de Saint-Cézaire.

Avant de remonter en voiture, on s'arrête en tête du pont du vallon de Cartinet pour ramasser, au-dessous des cordons extraordinairement serrés de rognons siliceux, quelques échantillons d'un lit inférieur du Bajocien, tout pétri de jolies petites étoiles de Pentacrinites. Comme les bancs pendent au nord, la route, qui se dirige un instant vers le sud, ne tarde pas à entrer dans le noyau anticlinal infraliasique et à franchir la grande barre des dolomies, dont la crête, allongée vers l'ouest, supporte plusieurs tumuli

1. A. Guébhard. Théorie génétique des accidents paradoxaux. *B. S. G. F.*, (4), I, p. 612, 1901. Voir aussi plus loin la note annexe : Notices tectoniques sur les Préalpes maritimes.

et un grand dolmen néolithiques [1], dominant la large boutonnière qui a permis à des cultures et à des puits de s'installer autour du roc escarpé de Cabris, à 540 m. au-dessus de la mer.

Cabris. — Il ne faudrait pas croire que ces bancs de Bajocien sur lesquels se dresse, toujours neuf, parce que toujours foudroyé, le clocher de l'Eglise, ni ceux qu'on voit former le faîte du singulier chapelet de collines tout isolées détaché de là vers l'est, constituent directement le flanc sud d'un anticlinal largement crevé, dont on viendrait de couper le flanc nord.

Que l'on essaie, en effet, en tenant compte des altitudes et des pendages véritables, de relier les bancs de l'un et de l'autre côté,

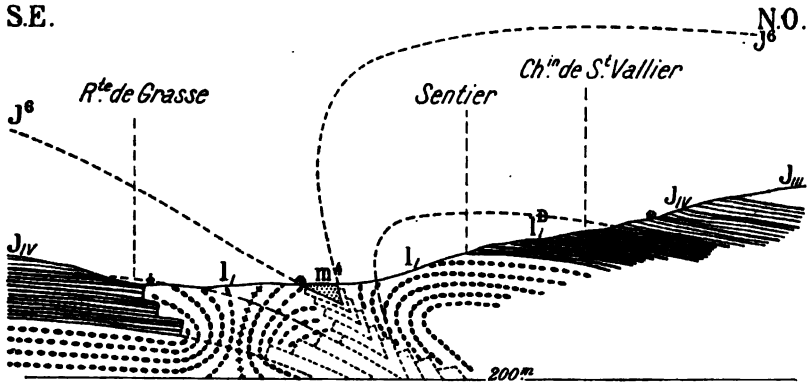


Fig. 4. — Coupe par Sainte-Marguerite de Cabris. — Échelle : 1/10.000.

et l'on ne pourra y arriver sans interposer entre eux, ou une faille, que dément, un peu plus loin la voussure anticlinale visiblement reconstituée, ou (puisque, étant à des hauteurs très différentes, ils pendent dans le même sens), une déflexion synclinale très aiguë (fig. 4) [2], correspondant précisément à l'énorme ravin que l'on vient de longer. Peut-on admettre, d'ailleurs, que le banc-lumachelle de l'Infralias, que nous avons aperçu en sortant de Grasse à une altitude de 420 m., se puisse retrouver à celle de 550 m. sans y avoir été amené par plissement ? Peut-on concevoir que si l'éro-

1. C. Bottin. *Ann. Soc. L. Sc. et A. des Alpes-Maritimes*, XVI, p. 319, 1899.

2. La coupe de la fig. 4, où ne sont tracées en traits pleins que les lignes sûrement constatées, montre en pointillé les parties données comme purement hypothétiques, et, en particulier, le procédé d'extravasation pâteuse par lequel l'Infralias marneux peut être arrivé, par places, à paraître déborder son propre recouvrement dolomitique (Voir la notice annexe : Tectonique des Préalpes maritimes).

sion seule avait fait paraître le Trias derrière le village, où nous l'allons voir au début de la route de Saint-Vallier, elle ne l'eût plus laissé reparaître, à l'est, que très bas en dessous du vieux chemin des Gypières ? Et, en l'absence de tout jaillissement d'eau un peu important, pourquoi cette grande fosse où s'enfonçait l'ancienne route de Grasse ?

Le raisonnement impose donc ici le passage de ce synclinal, que l'observation nous a déjà montré au Vallon de Clarette. Et, à Cabris comme là-bas, à peu près à même hauteur, nous l'allons trouver jalonné par ces lambeaux de brèche qui, lorsqu'ils n'ont pas servi à découvrir le pli, toujours, du moins, servent à le confirmer.

Voici, en effet, avant le village, en remontant un peu au nord de la chapelle Sainte-Marguerite, auprès d'une bastide ruinée (fig. 4), des murs tout entiers construits avec des morceaux polycolores de brèche compacte, évidemment extraits sur place. Quelques pas en dessous, et en dessus, ce ne sont que plaquettes et dalles jaunes ou bleues de la lumachelle à *Avicula contorta*, mêlées de cargneules cloisonnées et de quelques blocs triasiques à magnifique patine irisée d'enduit cuprique.

Avant déjeuner, on constatera encore, sur les premiers zigzags du mauvais chemin de Saint-Vallier, un autre paquet de brèche, singulièrement placé, à mi-côte, au dessus d'une petite bâillure de marne et gypse triasiques, et qui doit y être bien solidement implanté pour avoir résisté aux érosions du ravin voisin, qui y a découpé, en plein thalweg, une immense colonne, tout droit campée (fig. 5), et, plus haut, en surplomb, des masses aux formes fantasques.

Fig. 5. — Lambeau de brèche du ravin Saint-Jean à Cabris.

On verra plus tard, en travers du petit ravin suivant, à l'ouest, une dernière masse de poudingue et, tout de suite en arrière, la grande barre des Dolomies et du Bajocien retombant en brusque voûte (fig. 6), jusqu'à ce niveau même, passant d'un faible plongement nord, à la presque verticalité sud. Est-ce donc toujours par pur hasard que nous voyons se matérialiser au-dessus du lambeau paradoxal cette retombée anticlinale, qui, sans lui, n'en impliquerait pas moins forcément un raccordement synclinal à angle très brusque avec les nappes subordonnées, telles qu'on les voit au bord même du chemin, passé le

vallon, presque horizontales, à peine plongeantes vers le nord?

Par cette simple observation des faits, se trouve confirmée l'existence de ce synclinal de Cabris, que M. Guébhard, sans rien sacrifier de l'exactitude des indications matérielles, a mis bien en évidence sur sa carte, tandis que M. Zürcher, dans la Feuille de Nice[1], a figuré une immense nappe horizontale uniformément étendue en bordure des derniers plateaux qui dominent la plaine, et seulement déchiquetée, de ci de là, par l'érosion, qui aurait presque fait, des contours géologiques, des lignes de niveau.

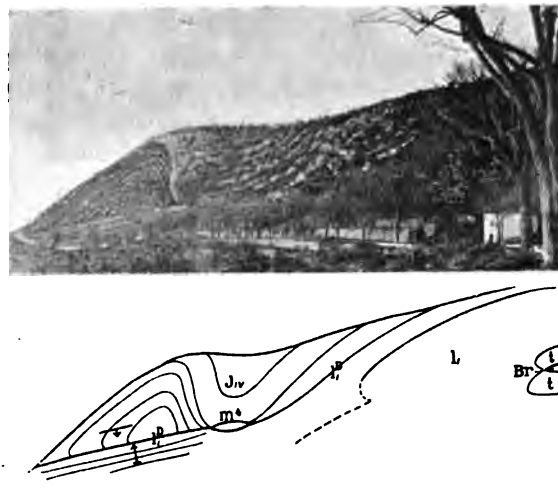


Fig. 6. — Chute de voûte bajocienne au-dessus d'un lambeau pontien à l'ouest de Cabris.

Vue structurale sur la zone bas-provençale. — Si, du haut de la terrasse du château ruiné des Mirabeau, l'on contemple le splendide tableau des Plaines de Grasse, et qu'on cherche à en déchiffrer la topographie, toute d'ondulations régulières dirigées de nord-est à sud-est, comme vagues arrondies déferlant obliquement au pied de l'immense falaise, on ne tarde pas à y deviner l'harmonique faisceau de plis, qu'en descendant des hauteurs, on vérifierait sur place. Or la Feuille de Nice n'en donne aucune idée, alors que c'était, en germe, il y a un tiers de siècle, dans les excellentes

1. Carte géologique détaillée de la France au 1/80.000, feuille de Nice, publiée en 1900, par M. Léon Bertrand, pour la partie au nord de l'Estéron, et à l'est du Var, et par M. Ph. Zürcher, avec la collaboration de M. Ad. Guébhard, pour la partie située au sud de l'Estéron et à l'ouest du Var. Cette dernière collaboration s'est bornée, pour M. Guébhard, à transmettre scrupuleusement au Service de la Carte toutes les minutes de ses levers personnels ; on conçoit qu'il décline toute responsabilité dans le trop grand nombre d'erreurs matérielles qu'il estime que cette partie de carte renferme.

descriptions et nombreuses coupes de Dieulafait. Celui-ci avait indiqué, et M. Guébhard, pour l'avoir vue, a, amorcé sur sa carte, une réapparition d'Infralias, en dessous de Grasse, dans la direction de Cabris. Ce détail, omis sur l'autre carte, exige forcément une chute synclinale importante pour raccorder, avec la nappe bas placée, celle que nous avons vue, en partant de Grasse, bien au-dessus de la ville. Nous avons déjà eu l'occasion de dire que c'est précisément à ce synclinal que la cité a dû sa plateforme centrale. Et, entre elle, et la barre des Ribes, il faut encore la place d'un anticlinal, bien accentué, d'ailleurs, en deçà et au delà, par le détail des tracés de M. Guébhard, et matériellement visible à l'est de la gare de Peymeinade, bâtie, 330 m. plus bas, sur le même calcaire à silex qui porte Cabris.

Cabris a Saint-Cézaire. — Après le déjeuner au café Vidal, la Société suit à pied le vieux chemin de Saint-Cézaire. Une allée de vieux arbres marque la fin de la boutonnière infraliasique, et

Fig. 7. — Voûte bajocienne de la fig. 6 vue de l'ouest en arrière du lambeau pontien.

on ne tardera pas à en regretter l'ombrage, en remontant la succession des assises calcaires dont nous avons noté, tout à l'heure, de l'est, et dont nous allons vérifier encore, de l'ouest, la retombée anticlinale bien visible au sud.

En arrière, le village apparaît perché en vedette au-dessus de la plaine immense et, avec lui, une coupe géologique (fig. 7) à laquelle

ferait pendant, plus loin, pour confirmer toujours les précédentes, celle de l'anticlinal de Collebasse (fig. 8) aperçu du dessous de la barre dolomitique (fig. 9), dont les fragments (fig. 10) marquent l'axe de rupture de la voûte.

Fig. 8. — Anticlinal de Collebasse vu de l'est.

Après avoir longé, au bord du chemin, des bancs presque verticaux, regardant au sud, on arrive peu à peu, en remontant le Bathonien, à la presque horizontalité du sommet de courbure. A l'entrée même du sentier qu'il faut prendre pour aller aux Cannebières, on foule aux pieds une dalle toute couverte d'écailles d'Huîtres, encore nacrées, comme collées à la surface.

Fig. 9. — Dolomites de la vieille route de Cabris à Saint-Cézaire.

Fig. 10. — Restes de voûte effondrée.

C'est l'horizon déjà vu à Roquevignon, séparé de celui à *Rhynchonella decorata* par une assise de dolomies dont nous voyons au nord, se profiler au-dessus de nous les singulières déchiquetures. On marche sur des moules de Pholadomyes et l'on arrive à une nouvelle bifurcation de sentiers dont le supérieur mène à une curieuse *dolomite* [1] (Pl. XIX), voisine d'une autre non moins

1. Monolithe dolomitique. Cette acception ne fût-elle pas consacrée par l'usage, qu'elle mériterait certainement de le devenir, en place de celle qui,

étrange (Pl. XX). Un peu plus loin, au nord, c'est un véritable chaos d'énormes roches noires, baptisées en provençal du nom de *Luchous* et bien faites pour frapper l'imagination de l'homme primitif, dont les restes y abondent [1]. Seraient-ce là, pour nous, de simples *lusus naturæ* ?

Les Luchous. Alignements dolomitiques. — M. Guébhard explique comment, frappé un jour, à cette place même, d'un léger changement de pendage dans le banc des dolomies immédiatement supérieures au niveau à *Rhynchonella decorata*, il fut conduit, un peu plus bas, en suivant, vers l'ouest, l'axe de la gouttière ainsi formée, à noter, dans les murs mêmes du sentier inférieur, d'énormes galets de quartzites et de grès nummulitique, de gros morceaux de brèche et de calcaire blanc, qui, tout droit, le menèrent à un lambeau pontien bien visible, lequel, relevé à son tour sur le plan cadastral au 1/5.000, se trouva exactement en ligne avec toute une série d'autres lambeaux, au nombre de cinq, intermédiaires entre lui et le premier observé dans la matinée, sous le mur du clos Amic [2]. Cette fois-ci, ce n'était pas le lambeau qui avait fait découvrir le synclinal, mais, au contraire, la constatation fortuite d'un pas-

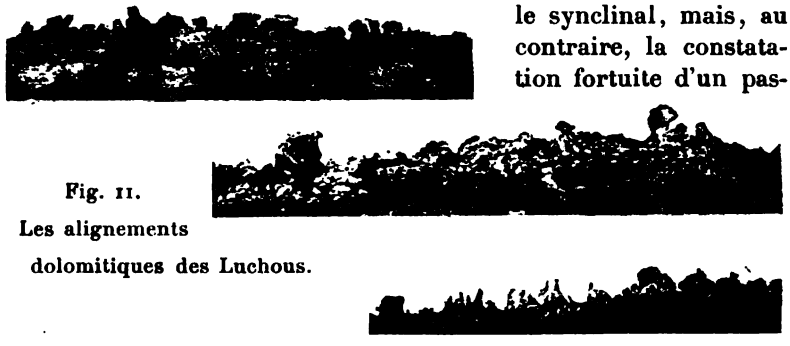


Fig. 11.
Les alignements dolomitiques des Luchous.

sage de synclinal perdu qui avait fait découvrir la tache pontienne. Non seulement, par le point de rebroussement qu'elle fournissait au graphique des contours, elle faisait comprendre la diversité d'allures des alignements dolomitiques (fig. 11), les uns simples bords relevés de la gouttière synclinale, les autres, piliers retom-

faisant double emploi avec le mot *dolomie*, est d'ores et déjà, en France, tombée en désuétude.

1. C. Bottin. Journal *Le Commerce* de Grasse, 30 mai 1886.

2. Sur la carte de M. Guébhard, l'alignement subissait une légère incurvation vers le nord qui s'est trouvée due à une erreur de repérage du lambeau Amic, occasionnée par l'insuffisance du figuré du petit ravin affluent de celui de Fontfraye, qui se trouve en dessous de celui qui a été pris pour lui.

bants, des extrémités de dômes anticlinaux ; mais encore, incitant à chercher au-delà, vers l'ouest, la suite du synclinal qu'aucune raison locale ne semblait devoir arrêter ici, elle amenait le regard à découvrir, bien en face, au bout du plateau bathonien (fig. 12), et de moins en moins hypothétique, mais très visiblement posée en ressaut, comme un U debout, sur la plaine calcaire, la seconde extrémité de la rigole dolomitique interrompue, avec, un peu en avant, un champ de galets pontiens, desquels, en dehors de la ligne, ni au-dessus ni en dessous, l'on ne trouverait trace, fort loin à la ronde, quoique, en maints autres endroits, à juger par la topographie actuelle, eussent dû préférablement se conserver à l'abri de l'érosion, s'ils s'y fussent trouvés collés, des témoins de la grande nappe miocène.

Fig. 12. — Rigole bathonienne et champ de galets pontiens du Bois d'Amon.

Après avoir été bien forcés de reconnaître un synclinal où semblait n'apparaître qu'un anticlinal, et d'admettre une structure *sur*-plissée pour le beau demi-dôme, de si simple apparence, que semble être, vue des Luchous, la montagne du Prignon (point 669 de l'État-Major), les excursionnistes circulant à travers un pittoresque dédale de dolomites variées (fig. 13, 14, 15), arrivent à un gisement particulièrement fossilifère de Pholadomyes et Huîtres, près d'une maisonnette adossée à un rocher creux, puis se dirigent vers l'intéressante grotte-avenc Dozol [1], découverte en 1890, sur l'alignement, simplement surbaissé, de l'axe que nous venons à peine de quitter, et qu'elle confirme, en même temps qu'à côté apparaît l'inévitable lambeau de poudingue bréchoïde, régulièrement entouré, cette fois, d'une

Fig. 13. — Dolomite des Luchous.

1. A. Guébhard. Une grotte curieuse à Saint-Cézaire (A.-M.). *Ann. Soc. Sc., L. et A. des Alpes-Maritimes*, t. XV, p. 322-331, 1 pl., 1896. — J. Gavet. Spéléologie des Alpes-Maritimes. *Bull. du C. A. F. des A.-M.*, t. XX, p. 41, 1900.

ceinture complète, quoique réduite, de calcaire blanc portlandien, de calcaire à silex virgulien et d'un peu de Séquanien, au milieu de la languette de dolomie oxfordienne dont l'extrémité relevée en bord de cuiller marque visiblement la remontée du synclinal sur le plateau du Bois d'Amon.

Fig. 14. — Dolomite des Luchous.

Mais quelques nuages, menaçant d'abréger une trop courte journée, font renoncer à la visite de la grotte, et M. Guébhard se borne à en indiquer durant le trajet vers Saint-Cézaire, les principales particularités [1].

Saint-Cézaire a Saint-Vallier. — On descend de voiture à Saint-Cézaire pour gagner, auprès du Cimetière, à l'extrémité de la terrasse de dolomies supra-bathoniennes qui supporte le village, le magnifique point de vue qui, dominant de plus de 300 m. les profondes gorges de la Siagne, laisse deviner, tout au fond, l'emplacement de la célèbre localité de Casteou d'Infer, aux fossiles des Diablerets, gisement unique dans la région.

1. Ce fut l'observation fortuite, sur le sol, de petites houppes de moisissures, qui fournit la clef du mystère de formation d'une pseudo-végétation de buissonnets stalagmitiques qui revêt toute la grotte. Un substratum organique a dû servir de première directrice à l'ascension capillaire des eaux chargées de sels, à l'incrustation des fibrilles par évaporation, et à la croissance des tubes en hauteur, à la manière de véritables tiges, par bavure du ménisque extrême, sans cesse renouvelé.

L'analyse chimique faite à l'Ecole des Mines, ayant donné : chaux, 40,3 ; magnésie, 11,56 ; acide carbonique, 44,6 ; argile, 2 ; peroxyde de fer, 1,3, et, avec cela, quelques traces organiques, a justifié du même coup et la vraisemblance du point de départ, réellement végétal, et le remarquable dimorphisme polychroïque des nodosités calciques et des aiguilles magnésiennes.

Fig. 15. — Dolomite, en clef de voûte, aux Luchous.

On voit dans la même grotte un long tuyau de pipe appendu à la haute voûte, qui, après être descendu régulièrement à plus de un mètre, brusquement se coude à 90°, puis remonte droit, en forme de chiffre 4 ! C'est qu'évidemment, à deux moments différents, un corps étranger, peut-être cadavre d'insecte, est venu perturber, à l'extrémité du tube, la forme symétrique de la goutte, détruire la régularité de l'évaporation, et orienter la croissance dans ces directions déconcertantes.

Sur la rive droite, s'étendent, en continuation de la rive gauche, de vastes plateaux, frontière actuelle du département du Var [1], où rien dans l'aspect orographique ne semblait annoncer l'existence de lambeaux singuliers analogues à ceux qui s'étaient révélés en face. Mais, au seul relevé de ceux-ci, et en prolongeant schématiquement la grande gerbe d'axes curvilignes dont avait été notée la remarquable convergence au pied de la montagne de Mauvans, M. Guébhard put prévoir à coup sûr et repérer de loin, sur des accidents de terrain d'apparence tout à fait négligeable, les emplacements où, plus tard, il n'eut qu'à aller constater effectivement, au milieu d'un Jurassique inférieur qui ne semblait guère tourmenté, la continuation très nette de plis caractérisés, et leur jalonnement constant par des lambeaux de brèche ou de poudingue, sans le secours desquels seraient inexplicables tectoniquement, et impossibles à figurer graphiquement, des accidents de contours, beaucoup plus compliqués qu'ils ne paraissent.

Les intermittentes apparitions du Trias et de l'Infralias le long du lit de la Siagne servent d'ailleurs de contrôle aux mouvements de couches que décèle à peine la grande nappe dolomitique supérieure et montrent, au fond de la coupure naturelle, combien profondément se font sentir les plissements que fait à peine ressortir une coupe sur le papier.

Mauvans, centre ombilical de plissements. — La route de Saint-Vallier, longeant l'extrémité ouest de la cuvette de Saint-Cézaire, traverse en un kilomètre et demi le Jurassique du flanc sud et arrive, à quelque 200 m. au-dessus du km. 13, au point d'inflexion de l'axe synclinal, marqué, à la limite du Portlandien et du Virgulien, par l'avenc vertical de Rouré-bé [2].

Bientôt commence la montée de Mauvans, et dès le début, près du km. 15, on aperçoit, sous forme de gouttière atténuée en plein Calcaire blanc, la terminaison du synclinal dont on n'a cessé de suivre le mouvement depuis Cabris, et qui, après avoir longé le flanc sud du dôme du Prignon, en a contourné l'extrémité périclinale, pour venir aboutir, avec maints autres, en rayon d'étoile spirale, autour de la colline de Mauvans.

1. Le département du Var, avant que fût créé, par l'annexion du Comté de Nice, celui des Alpes-Maritimes, comprenait tout l'arrondissement de Grasse, et, par conséquent, tout l'itinéraire des excursions actuelles.

2. *Bull. C. A. F. des A.-M.*, t. XX, p. 44, 1900. Exploré, en compagnie de M. Paul Goby, par M. Jules Gavet, qui suit les excursions préliminaires comme correspondant du Journal l'*Eclaireur* de Nice, malgré les on-dit, cet abîme n'a que 7 m. 50 de profondeur accessible.

Ici une déception attend ceux des géologues qui avaient pu prendre le terme de « coupe en *blague à tabac* » du programme, *sensu latiore*, en y attachant l'idée, non d'un simple profil ordinaire de plis, ou, géométriquement parlant, d'une section droite, directrice de surface cylindrique, mais d'une génératrice de surface de révolution complète, ou, géologiquement parlant, d'une sorte de champignon inverse.

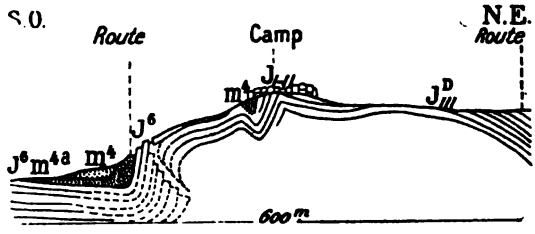


Fig. 16. — Coupe par l'extrémité sud du camp de Mauvans. — Echelle : 1/7.500.

m^{4a}, Argile lacustre infra-pontienne ; J^D_{III}, Bathonien dolomitisé.

Or, il ne s'agit, en l'espèce, que de deux anticlinaux déversés en sens opposés, par dessus un plancher légèrement convexe, donnant, en section normale, exactement le profil diamétral d'une blague à tabac : fait déjà assez exceptionnel en la région, pour que M. Zürcher, après avoir opiné, à Mauvans, pour une importance de chevauchement que n'a point reconnue M. Guébhard (fig. 16), se refuse à voir, dans l'accident d'en face (fig. 17), autre chose qu'à Fontfraye : une simple transgression miocène, sans rapports avec la terminaison axiale, figurée par M. Guébhard d'un pli, suivi sur de longues étendues, et simplement perturbé par sa rencontre convergente avec beaucoup d'autres, sur l'espèce d'*ombilic anticlinal* que représente l'éminence de Mauvans (fig. 18).

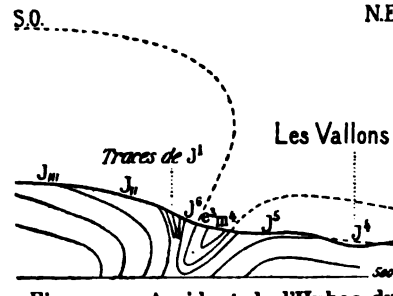


Fig. 17. — Accident de l'Hubac du Prignon. — Echelle : 1/10.000.

M. Guébhard fait remarquer combien les affleurements visibles à l'extrémité nord-ouest du Prignon (fig. 19), paraissent peu conformes aux tracés de M. Zürcher, puis combien l'existence, à Mauvans, au bord de la route, d'une muraille épaisse de Portlandien plus ou moins bréchoïde, dressée entre les calcaires lacustres miocènes et les tranches horizontales du front de la nappe bathonienne supérieure, qui, à peine, les atteint (fig. 16),

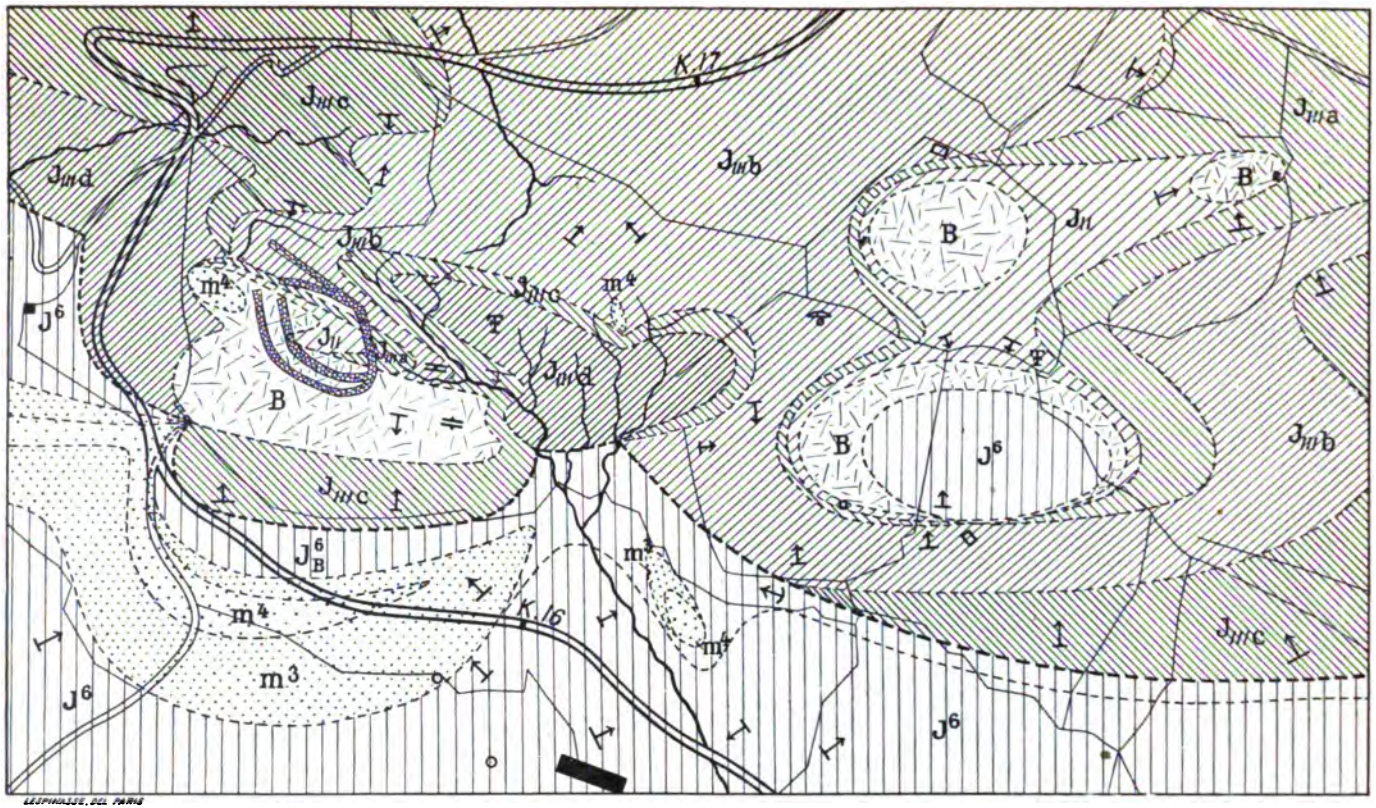


Fig. 18. — Plan de Mauvans. — Echelle : 1/5.000. — Légende paléoethnologique internationale et de la Carte géologique détaillée. J_{IIIa}, J_{IIIb}, J_{IIIc}, J_{IIId}, Niveaux divers du Bathonien inférieur ; B, Brèche.

est peu compatible avec l'hypothèse d'un chevauchement tant soit peu important de celle-ci, qui, d'ailleurs, en maintes places, et jusqu'au plus haut, se montre ostensiblement recouverte, en des plis autonomes (fig. 16, 18 et 20), par de grands placards de ce même Miocène et Portlandien, qu'elle serait censée, plus bas, recouvrir [1].

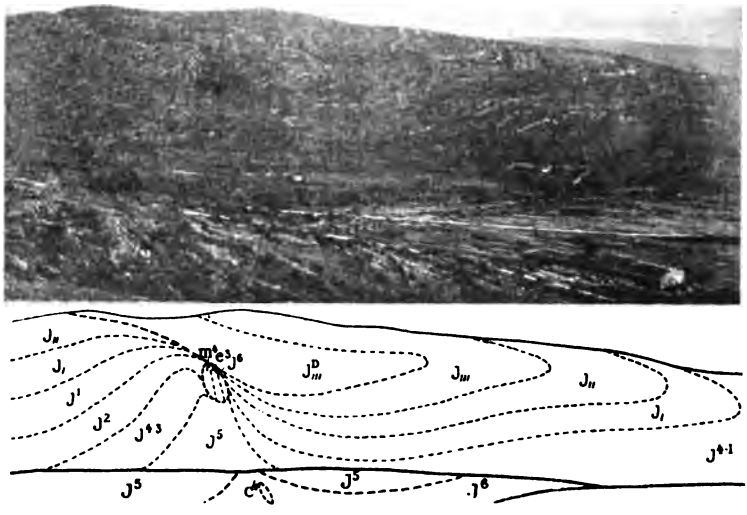


Fig. 19. — L'accident de l'Hubac du Prignon, vu de Mauvans.

L'approche de la nuit empêche de s'arrêter au banc à *Rhynchonella decorata*, qui marque exactement, au-delà du km. 17, le point culminant de la route, en face d'une petite croix en fer, d'où l'on peut admirer encore, au nord, sur le versant sud de la montagne de La Colle, en dessous du ruban blanc de l'immense contour de la route d'Escragnolles, le beau système de courbes que peut donner l'érosion oblique d'un anticlinal, qui, largement étalé, à 1 km. à l'est, en bas périclinal très déprimé, dans l'angle sud-ouest du bassin crucial de Saint-Vallier, montre, à moins de 1 km. à l'ouest, dans les profondes gorges de Ponadieu [2], d'abord une

1. Voir plus loin la discussion de l'accident de Mauvans dans les Notices tectoniques sur les Préalpes maritimes.

2. A. Guébhard. Un pont naturel dans les Alpes-Maritimes. *La Nature*, n° 1241, 1897 (Plan et coupes).

section aiguë, au coude de la Siagne, avec tête légèrement déversée au sud, en forme de bonnet phrygien (fig. 21) ; puis, à un autre coude, si l'on regarde de l'ouest, la même section (fig. 22), encore plus écrasée, et couchée, en N renversé, sur un synclinal non moins aigu ; tandis qu'en regardant de l'est

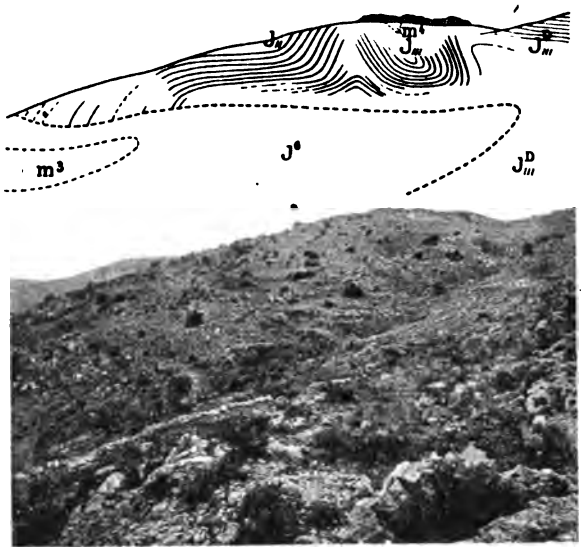


Fig. 20. — Plissements visibles à l'est du Camp de Mauvans.

Fig. 21. — Déversement au sud de la tête de l'anticlinal de La Colle, sous la Croix de Siagne, vu à l'est de la descente à Ponadieu.

l'autre paroi de la rivière, c'est (fig. 23) une large voûte ronde qu'on aperçoit, plutôt penchée vers le nord et régulièrement accolée, au sud, à un synclinal régulier. Preuve remarquable de la rapidité des variations d'attitude des anticlinaux et des formes de leurs sections, sous l'influence locale des froncements transversaux, qui sont loin de vérifier ici la belle théorie du *développement progressif* formulée par M. Zürcher [1].

On ne pouvait songer non plus à aller voir, en dessous

1. Ph. Zürcher. Mode de formation des plis de l'écorce terrestre. *B. S. G. F.*, (3), XXII, p. 64 1894.

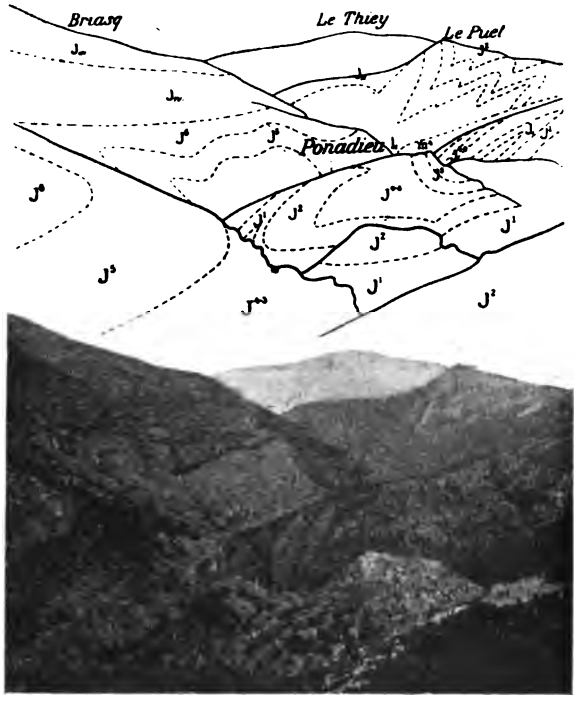


Fig. 22. — Autre section de l'anticlinal de la fig. 21, vue du Cavalet (point 948) vers l'est

Fig. 23. — Section du même anticlinal sous le Cavalet, vue de la Croix de Siagne, au bout des Gorges de Ponadieu.

du Roc-bien-rond, énorme masse dolomitique isolée au sommet du plateau dit de Roquebaron (fig. 24), un lambeau de Poudingue qui, en plein Oxfordien, montre un demi-encadrement intact de Jurassique supérieur en série régulière, dans un mouvement synclinal bien net, ce qui eût sans doute modifié le jugement suggéré au vu rapide d'autres exemples, trop extrêmes et trop isolés.

Fig. 24. — La Dolomite de Roquebaron.

La nuit est venue quand la petite troupe fait son entrée à Saint-Vallier, et l'on a juste le temps de prendre possession des chambres gracieusement mises à la disposition des géologues par les notables habitants, pour se retrouver, réunis avec ceux-ci, à 7 heures, en un simple et cordial banquet de bienvenue.

M. **Zürcher** rappelle les observations qu'il a faites sur le terrain relativement aux lambeaux de poudingues et de brèches observés près de la route de Grasse à Cabris et à Cabris même, observations tendant à attribuer à ces lambeaux une discordance très nette à l'égard de leur substratum, souvent fort ancien, puisqu'à Cabris il est constitué par de l'Infralias et peut-être même en partie par du Trias.

Il existe des points où ce substratum est moins ancien et où il est formé par du Jurassique supérieur, par du Crétacé plus ou moins réduit, mais ces points sont relativement peu nombreux, il ne paraît pas y avoir de raisons pour les considérer systématiquement comme jalonnant des synclinaux, et il semble plus simple, plus conforme aux faits, d'y voir des portions ménagées par l'érosion, pouvant occuper en certains points des dépressions synclinales, mais également susceptibles de se trouver dans des emplacements plus ou moins voisins d'axes anticlinaux. Tout a dépendu de la disposition qu'affectait le substratum au moment des dépôts du Tertiaire, puis des effets de l'érosion.

C'est seulement dans le cas de plis absolument nets, comme celui qui passe à Mauvans, qu'il est possible de faire jouer le rôle de jalons synclinaux aux affleurements tertiaires. Au point qui a été visité par la Société on voyait il y a quelques années, lors d'une visite faite en compagnie de M. Marcel Bertrand et de M. le Dr Guébhard, un point où les couches du Jurassique moyen surmontaient nettement un dépôt sableux rougeâtre, se reliant aux brèches et poudingues, avec petite intercalation de calcaires lacustres, qui ont été montrés à la Société par M. le Dr Guébhard.

La question d'âge de ces lambeaux est difficile à résoudre en l'absence de documents paléontologiques. On peut toutefois les relier très vraisemblablement aux poudingues et aux brèches qui, les premiers à Saint-Vallier, vers l'ouest, les secondes à Vence, Saint-Jeannet, Gattières et Carros, à l'est, ont pu être classés comme représentant l'étage pontien. La discordance régnant entre ces lambeaux et leur substratum serait ainsi la suite de celle qui existe à la base du Miocène dans la région de Vence.

M. **Léon Bertrand** se rallie à l'opinion de M. Zürcher au sujet des « lambeaux paradoxaux » de poudingues miocènes, où il voit des témoins d'une nappe plus étendue déposée en discordance sur les terrains antérieurs préalablement plissés et rabotés par érosion; ces lambeaux seraient, *le plus souvent*, conservés dans les synclinaux qui les ont affectés, ainsi que leur substratum, postérieurement à leur dépôt, sans qu'il y ait forcément des traces de tous les terrains secondaires étirés sur le pourtour de leurs affleurements, qui peuvent reposer indifféremment sur un niveau secondaire quelconque.

Compte-rendu de la course du 6 Septembre

par M. **A. GUÉBHARD.**

(Planches XXI-XXVII).

Saint-Vallier. — *Gisements fossilifères.* — A l'aube, les géologues se divisent en groupes, suivant leurs préférences, pour aller, sous l'aimable conduite d'habitants de SaintVallier, munis d'instructions spéciales et de plans détaillés au 1/5.000, explorer les principaux gisements fossilifères des environs immédiats du village.

Les uns, guidés par M. Hedelin, receveur de l'enregistrement,

se rendent au nord-est de la Croix de Saint-Antoine, à l'angle supérieur d'un champ du quartier de la Ferraye confinant au ravin de Blaquairette, où un affleurement de Gault montre une roche à pâte cristalline gris sombre, très dure, mais tellement pétrie de fossiles glauconieux que le soc de la charrue en met constamment à jour, et que le banc, débité la veille au profit des visiteurs, par les soins de M. Bonome, instituteur, leur offre une intéressante récolte de pièces, dont ils retrouveront les noms dans la liste spéciale dressée par M. le capitaine Hitzel [1]. Ensuite, remontant de quelques pas le sentier de Blaquairette, ils y voient le curieux faciès calcaire du Bartonien [2] à *Orthophragmina sella* d'Archiac, *Rotularia spirulæa* Brown sp., *Nummulites striatus* d'Orb., etc., au-dessus de couches plus gréseuses qui, fournissant, plus à l'est, *Numm. Lucasi* Defr. et *N. Brongniarti* d'Arch. ont paru, à M. Douvillé, qui a bien voulu examiner ces fossiles, représenter le Lutécien supérieur.

Un groupe, guidé par M. Sauvàn, juge de paix, se rend par la route de Saint-Cézaire à un petit affleurement néocomien qui fournit, au lieu dit la Grange de Jourdan, un aperçu réduit de ce que vont offrir, dans l'après-midi, l'Hauterivien de Caussols [3] et, le lendemain, le Barrêmien d'Escragnolles. Tous, enfin, réunis autour de M. Guébhard, après avoir, en quittant le Calcaire blanc qui porte le village, traversé le thalweg d'une petite prairie d'alluvion (fig. 25), puis rencontré le Néocomien, recouvert par des murs qui en contiennent de nombreux morceaux effrités par les gelées, et aperçu l'emplacement du Gault, à l'ouest du bastidon de Tardivi, vont ramasser, sur un gros banc argilo-calcaire de Cénomanien glauconieux qui forme le plancher d'un court sentier horizontal, d'innombrables échantillons d'*Orbitolina concava* Lamk. sp. et *Ostrea columba* Lamk. var. *minima* dont la roche est littéralement pétrie, tandis que des bancs plus argileux, légèrement inférieurs, montrent surtout, à l'état détaché, l'*Orbitolina plana* d'Arch.

Coupe stratigraphique. — Plongeant faiblement vers le nord, ce banc sert de base à une coupe intéressante fournie par la colline

1. Voir aux notes annexes : Hitzel. Sur les fossiles de l'étage albien de la la région d'Escragnolles.

2. D'après des renseignements reçus, en cours d'impression, de M. Douvillé, il paraîtrait, à juger par les Foraminifères, que le Priabonien proprement dit, auquel avait été dubitativement attribué jusqu'ici cet horizon, ne serait point représenté ici ; par conséquent, il faudra entendre simplement dans le sens de Bartonien supérieur la désignation e^3.

3. C'est par un lapsus qu'a été inscrit, dans la légende, p. 533, le nom du Valanginien, inconnu dans la région, à la place de celui de l'Hauterivien.

du Puas dans le flanc sud du synclinal principal de Saint-Vallier. Le calcaire argileux à petites *Ostrea columba* fait d'abord place à un calcaire cristallin gris, beaucoup plus dur, avec *O. columba* var. *maxima*, et, dans sa partie supérieure, de nombreuses sections de Dentales et de Gastropodes turriculés. Avec cela, finit le Crétacé, peu épais, on le voit, mais qui, réduit peut-être au dixième de la puissance que nous allons lui voir plus au nord, ne nous en a pas moins montré, à Saint-Vallier, sans autre lacune que celle de l'énorme épaisseur de marnes stériles qui forme ailleurs la base du Cénomanien, une image exacte de sa constitution habituelle.

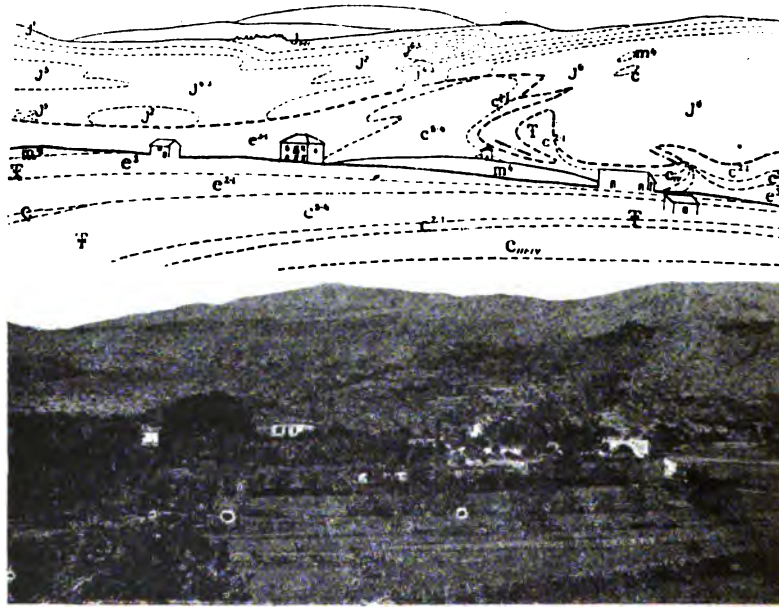


Fig. 25. — Le Puas et Castela vus de Sainte-Brigitte.

Une petite intercalation de poudingue grossier qui se voit, par places, au-dessus, représente évidemment le commencement du Tertiaire [1], car on y observe, d'une part, des galets de Cénomanien avec coquilles déjà fossilisées et, d'autre part, des indices certains de Nummulites. Il est d'ailleurs tout de suite recouvert par de gros bancs d'un grès quartzeux, d'où se détachent assez difficilement des Nummulites relativement grandes, dont une, analogue à la forme moindre et non globuleuse du *N. perforatus* de Menton-

1. Voir plus loin la notice : Sur les débuts de l'Éocène.

Garavan, ferait descendre le Nummulitique encore plus bas que ne l'indiquaient les types des genres *N. Lucasi* et *N. Brongniarti* déjà récoltés ailleurs et visibles ici, au-dessus.

Ces grès devenant de moins en moins quartzeux et de plus en plus argileux, passent à des calcaires jaunes à petites Nummulites [1], tout remplis, dans le haut, d'*Orthophragmina sella* dont les sections blanches apparaissent en courbes caractéristiques sur les surfaces polies par l'usure, telles qu'on peut les voir dans le vallon de La Combe, auprès de la ruine d'un ancien moulin.

Beaucoup d'autres Orbitoïdes se trouvent au milieu des Nummulites avec de nombreuses *Serpula spirulæa*, *Operculina ammonea* Leym., de petits *Echinocyamus subcaudatus* Desmoulins, et d'autres Echinides assez nombreux : *Ditremaster nux* (Agassiz) Mun.-Chalm., *Echinolampas Coquandi* Cott., *Schizaster rimosus* Ag., *Sch. vicinalis* Ag., *Sch. Leymeriei* Cott. et, un peu plus bas *Echinanthus scutella* Lamk., *Echinolampas ellipsoidalis* d'Arch. [2], ce qui, avec le reste de la faune, établit d'une manière certaine l'identité de ces dépôts avec ceux, entre autres, de Sainte-Elisabeth de Vence, Montmuille de La Colle, La Garoupe d'Antibes, la Vierge-Noire de Beaulieu, et ceux aussi que couronnent certaines argiles blanches, extraordinairement riches en Foraminifères nettement priaboniens, à La Vanade de Villeneuve-Loubet, et Saint-Donat de La Colle, mais ailleurs (comme aux Terres-Blanches de Roquefort sur-Loup), presque stériles, et, tout-à-fait, au ravin des Fonts de Vence, où, tout au plus, aperçoit-on quelques débris d'une *Terebratulina* aff. *tenuistriata* qui en caractérise, au gisement de La Vanade, en un coin très restreint, la partie la plus élevée.

Le Poudingue supérieur. — L'ensemble du Nummulitique, à Saint-Vallier, ne représente guère qu'une douzaine de mètres d'épaisseur, et on le voit tout de suite couronné par un poudingue à galets très usés et souvent profondément impressionnés et striés, du Jurassique, du Crétacé et du Nummulitique lui-même, mêlés à d'assez nombreuses miches d'une roche éruptive labradoritique, dont plusieurs pointements se remarquent aux environs mêmes de Saint-Vallier, et enfin, à de grandes quantités de silex

1. *N. striatus-contortus*, etc., et toutes les espèces de ce groupe citées par De la Harpe, *B. S. G. F.*, (3), V, p. 817, Réun. extr. de 1877.

2. C'est au regretté Cotteau que sont dues toutes ces déterminations. Il avait remarqué la fréquence, à Saint-Vallier, de l'*Echinanthus scutella* (Lamk) Desor, que ne donnent guère les autres gisements, et noté comme trouvé pour la première fois en France le *Coptosoma cribrum* Desor. *Paléont. franç.*, Echin. tertiaires, II, p. 490, 1894.

exotiques très divers, dont la taille souvent énorme [1] donne fort à penser sur l'importance des charriages qui les ont apportés en les roulant. On y peut récolter, avec des échantillons de presque toutes les roches du massif primitif de l'Esterel, d'assez nombreux silex à *Planorbis pseudoammonius* Schl. [2], dont les gisements, marquant la substitution du régime lacustre au régime marin lutécien, ne se trouvent qu'assez loin, de l'autre côté de la Siagne. On remarque aussi quelques galets à empreintes de joncs silicifiés, avec Limnées et Planorbes, qui avaient paru à M. H. Ambayrac [3] analogues à ceux de La Gaude, quoique ceux-ci n'eussent jamais encore fourni trace de coquilles jusqu'alors. Tout récemment M. Guébhard y a trouvé, en terroir de Vence, sur la crête du Pioulier, toute une faune lacustre, que M. G.-F. Dollfus a reconnue pour bartonienne au lieu d'yprésienne, ou plus vieille encore, qu'on la supposait. Sont-ce justement des fragments de ce gisement tout exceptionnel qui auraient été portés jusqu'à Saint-Vallier ? Cela paraît bien peu vraisemblable et affaiblirait l'impression que donnent tous les autres éléments du poudingue, de courants venus plutôt d'ouest et sud-ouest.

Quoi qu'il en soit, rien ne semblait contredire jusqu'à ce jour l'opinion généralement reçue que le poudingue de Saint-Vallier devait équivaloir à celui que, précisément aux environs de Vence, on voit recouvrir un Nummulitique identique à celui de Saint-Vallier et servir de base au Burdigalien, par où débute la formation mollassique. Tout au plus la trouvaille ancienne faite aux environs de Saint-Vallier, d'une Huître qui avait tout l'air de l'*Ostrea crassissima* Lamk. [4] pouvait-elle faire soupçonner la nécessité d'un relèvement, que devaient établir avec certitude plus tard, de multiples preuves concordantes. Il avait été indiqué, en passant à Mauvans que, là et à Camplong avaient été trouvés, entre le Poudingue et le Jurassique, c'est-à-dire inférieurement au premier, des fossiles lacustres attribuables au début du Pontien. A Saint-Vallier même, au nord du sommet du Puas que couronne une ancienne tour de moulin à vent, se voit, au lieu dit Couosta di Maureou, à quelques mètres au-dessus d'un gué, dans le lit même du vallon, propriété Emile Laugier, une argile micacée, d'un gris vert, tra-

1. On en voit un, au haut de la montée du Puas, sur la route de Siagne, qui cube plus d'un demi-mètre.

2. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 967, 1896.

3. Etude géologique et pittoresque de la ligne de Nice à Grasse, 8°, 60 p., 70 fig. Nice, 1892.

4. A. Guébhard. Esquisse géotectonique de la commune de Mons (Var). *Bull. Soc. d'études scientifiques de Draguignan*, t. XX, p. 74, 1897.

versée d'un petit banc de lignite feuilleté où se montrent, au milieu d'empreintes de plantes et de graines (fig. 26) qu'a étudiées M. L. Laurent [1], des fossiles malheureusement tout écrasés. A force d'en rechercher de meilleurs dans les petites interstratifications demeurées argileuses, M. Guébhard a fini par en extraire qui parurent à M. Depéret [2] représenter la faune néogène de Cucuron et nécessiter

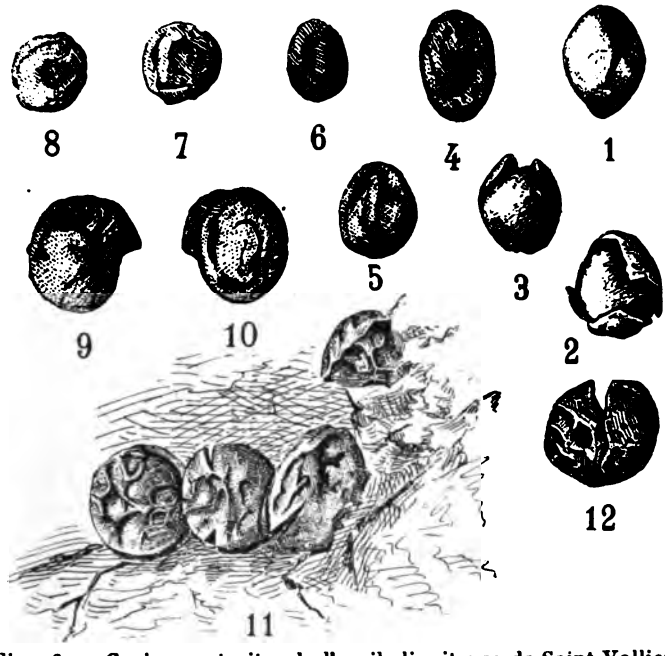


Fig. 26. — Graines extraites de l'argile ligniteuse de Saint-Vallier.
1-5, Graines de *Nymphæa* (Saint-Vallier) (gr. 3 diam.); *6-8*, Carpolithes de Saint-Vallier (gr. 3 diam.); *9-10*, Carpolithes de La Roque (gr. 3 diam.); *11-12*, Fruits des lignites de Saint-Vallier (gr. nat.). [*Cliché extrait de l'A. F. A. S., XXIX, 2e partie, p. 567*; Paris, 1900].

le relèvement du poudingue qui les recouvre, au moins jusqu'au niveau de celui de la Durance, c'est-à-dire encore jusqu'au Pontien. Déjà la trouvaille de galets à *Nystia Duchasteli*, c'est-à-dire oligocènes, devait faire partager à ce poudingue le sort de son similaire du bassin de La Roque-Esclapon, qui, d'un niveau encore plus inférieur, de la base de l'Eocène, où l'avait mis M. Zürcher sur la

1. A. Laurent. Sur quelques gisements nouveaux de Végétaux tertiaires en Provence. *A. F. A. S.*, XXIX, p. 555-564, 1900.
2. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, p. 913, 1900.

Feuille de Castellane, avait dû remonter au sommet du Miocène. Enfin l'étude cartographique de son extension vers l'est, par l'intermédiaire de Gourdon, rendit de plus en plus vraisemblable son assimilation complète avec celui qui, dans le haut de la commune de Tourrettes-sur-Loup, au Caire et à Courmettes, couronne largement le Burdigalien et l'Helvétien.

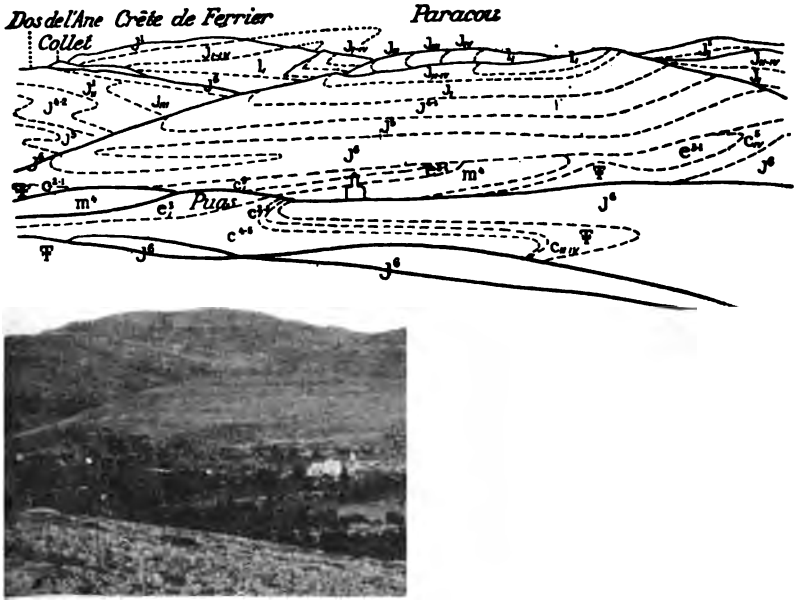
La transgression avec le substratum est d'ailleurs, ici même, incontestable, car, quoiqu'il paraisse partout épouser bien exactement, fût-ce jusqu'à la verticalité, tous les mouvements des bancs sous-jacents, et quoique nous venions de le voir, au haut du petit escarpement méridional du Puas, en apparente concordance avec le Nummulitique plongeant au nord, le fait seul de l'absence, entre deux, à cette place, des marnes ligniteuses, que, sur l'autre flanc du synclinal, on trouve passablement développées, montre la discordance stratigraphique, bien réelle, quoique peu accusée.

Croix synclinale de Saint-Vallier et faisceau de plis de Castela. — Du haut de la colline, centre du remarquable bassin cruciforme que dessine le synclinal de Saint-Vallier [1], l'on a une excellente vue d'ensemble sur cette structure singulière (fig. 28 et 29), dont le programme des courses permettra de vérifier de près les plus curieux détails. A l'est et à l'ouest s'étendent, en se relevant toutes deux à mi-côte du flanc des montagnes septentrionales, à partir du point bas déterminé par le recoupement du synclinal perpendiculaire, les branches du synclinal principal, dont M. Guébhard, après en avoir localement délimité la bordure jurassique, a pu suivre axialement la trajectoire ininterrompue jusqu'à Gourdon, d'une part, et de l'autre jusqu'au delà de Mons (Var), une douzaine de kilomètres de chaque côté. A peine garnies de Crétacé sur le fond jurassique, elles n'ont guère conservé partie de leur remplissage tertiaire que là où le déversement plus ou moins accentué du flanc nord, fortement relevé par-dessus le flanc sud, à peine incliné vers l'axe, a créé des concavités suffisantes pour retenir à flancs de coteaux les terrains friables, que fait ressortir la culture en teintes sombres au milieu de l'aride blancheur de la carcasse jurassique, au profil à peine dérangé.

On peut suivre ainsi les variations de déversement du flanc nord relevé, allant, par places, jusqu'à un léger chevauchement, dont nous aurons l'occasion d'étudier le mécanisme avec plus de détail. Mais ce qui frappe surtout c'est la remontée au nord (fig. 25), vers la crête de la montagne de Saint-Hubert, d'une large dépres-

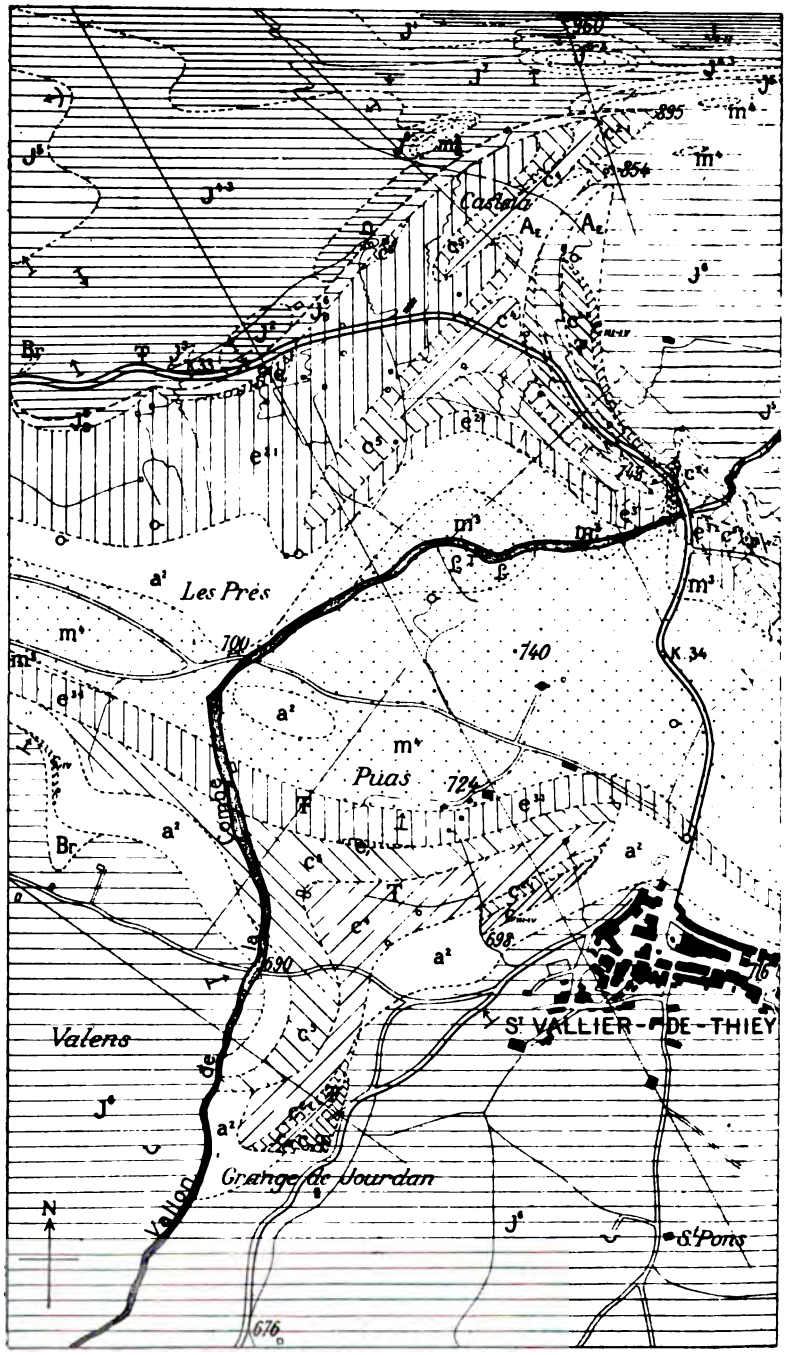
1. *A. F. A. S.*, XX, p. 208, 1891.

sion de verdure terminée en pointe aiguë, formant le quartier de Castela, bras septentrional de la croix synclinale, dont on voit au sud le bras méridional écourté (fig. 27) se terminer au gisement même des fossiles néocomiens de la Grange de Jourdan. Mais, alors que ce dernier, large et plat, montre évidemment la constitution la plus simple, l'autre au contraire, même regardé de loin (Pl. XXI, A), se devine extrêmement complexe. Tandis que sa bordure occidentale, légèrement surélevée, laisse voir avec évidence la courbure en ourlet souvent rompu des bancs oxfordiens qui la forment



ig. 27. — Montagne de Paracou et montée de Ferrier, vues de Valens ; au premier plan, courte branche méridionale du synclinal cruciforme.

resque tout du long, et en font une simple petite barre anticlinale rdinaire, en discontinuité avec le Nummulitique ou Crétacé qui ı longe le pied, l'autre apparaît toute de calcaire blanc supérieur, ais singulièrement déchiquetée en languettes aiguës qui, rayonant du sommet de l'angle crétacé, le subdivisent en deux principaux, puis chacun de ceux-ci en deux autres, par de vrais caps ıticlinaux, séparant, dans le golfe principal, autant de golfes condaires. Bien entendu, ce n'est que par une vérification sur ace, et par l'analyse minutieuse des discontinuités observables à ntérieur de la nappe crétacée (voir les coupes, fig. 29), qu'on



Castela
Les Prés
Puas
Valens
Grange de Jourdan
St VALLIER-DE-THIEY
St Pons
Vallon de la Combe
N

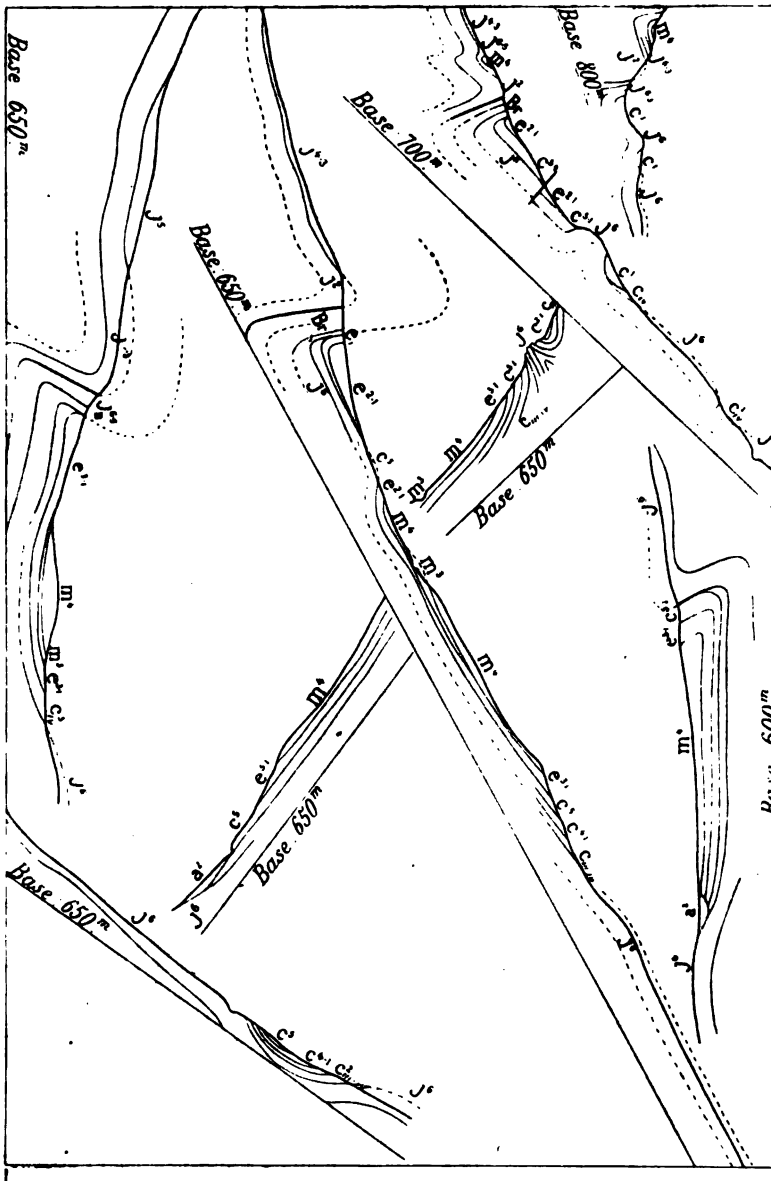


Fig. 28 et 29.

Plan géologique et coupes de Saint-Vallier-de-Thiey (A.-M.).

Echelle : 1/10.000.

arrive à reconnaître la nature tectonique et le caractère de véritables plis ou failles de ces accidents, qui fournissent, à l'état de réduction, mais d'une manière d'autant plus frappante, un curieux exemple de cette modalité de congruence homocentrique qui semble être une des caractéristiques des Préalpes maritimes.

Du Puas même on peut reconnaître, accentuée par les cordons de murailles des limites de propriétés (voir fig. 25), la subdivision fasciaire du pli de Castela et deviner, aux ondulations nues du manteau jurassique qui s'étale à l'ouest (Pl. XXI, B), l'existence d'autres plis irradiés du même point, qui complètent, en palme, l'éventail plan des plis de Castela (fig. 30), et achèvent d'expliquer l'importance hydrologique de ce point d'où descend une des sources captées pour Saint-Vallier.

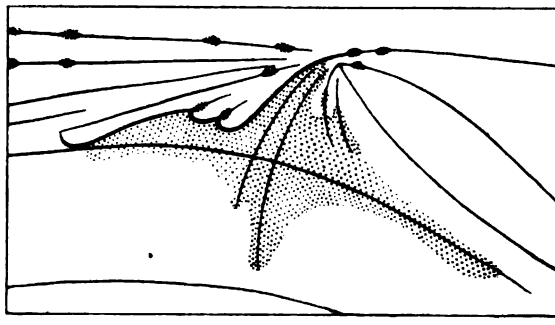


Fig. 30. — Le faisceau de plis de Castela. Echelle : 1/50.000.

De Saint-Vallier a Caussols. — A 8 heures on commence en voitures la lente ascension de la route de Ferrier (voir fig. 27 et pl. XXI, A). A l'endroit où la route de Thorenc se détache de la route nationale, comme on arrive près du bord septentrional du synclinal, on voit dans le talus nord une coupe descendante du Tertiaire, qu'il semblerait difficile, avec son pendage renversé au nord-est, de raccorder aux murailles verticales observables, à quelques mètres de là, formant la paroi gauche du ravin de la Combe, si l'on ne se rendait compte que l'on est juste au point de brusque contournement correspondant à l'extrémité du dernier petit cap jurassique visible au nord. Une autre particularité à noter est l'aspect détritique de poudingue à gros éléments que prend ici, en dessous des marnes pontiennes, l'Eocène supérieur à petites Nummulites, directement accolé au banc dur de Cénomanien à grandes *O. columba*, derrière lequel, grâce au petit golfe, peut s'étaler assez largement le Gault argilo-sableux, pour fournir de nombreux *Discoides conicus* Desor, vers la limite nord de la petite parcelle triangulaire adossée à l'amorce du vieux chemin abandonné.

La route nouvelle coupant obliquement le flanc septentrional

relevé du synclinal de Saint-Vallier, longe jusqu'à son premier tournant les bancs subverticaux, renversés vers le sud, du calcaire blanc portlandien, qui, en dessous, toujours plus ou moins liseré de Gault, n'accentue sa discontinuité que plus loin, pour venir au contact du Tertiaire, et n'arriver que tout près de la fin du synclinal, au quartier d'Escourenchié, à un renversement complet, faisant buter le Nummulitique, comme par faille, contre des bancs jurassiques presque horizontaux avec une apparence toute locale de chevauchement, que dément la presque immédiate et régulière fermeture du synclinal.

Comme on traverse un anticlinal, on rencontre successivement, à 50 m. au-dessus du km. 22, le Virgulien avec ses silex, le Séquanien, assez peu caractérisé, et l'Oxfordien plus ou moins dolomitique, puis, après un contour sur l'axe de voussure, une nouvelle série remontante, jusqu'à de gros bancs de Calcaire blanc, qui, fortement bréchoïdes, marquent, un peu avant le ravin de La Gardette [1], le passage d'un synclinal, issu encore du centre curieux de Castela et auquel est due la profonde coupure, à fond de combe infraliasique, que l'on verra de plus haut diviser le sommet du dôme d'apparence régulière de Paracou, dont la route va longer jusqu'au pont les imbrications oxfordienne et callovienne, tandis qu'en haut la voûte projette sur le ciel de curieuses découpures bathoniennes, et qu'en bas la prolongation du vieux chemin finit par atteindre l'oolithe brune et les silex du Bajocien, suivis d'un brusque retour de Calcaire blanc, près des arches singulièrement superposées de deux anciens ponts à demi-ruinés.

Entre le ravin de La Gardette et le pont de la Combe, pour peu qu'on prête attention aux remarquables alignements que montrent les tranches dénudées des bancs calcaires de la rive droite, on arrive à y reconnaître assez facilement, en plus du double mouvement synclinal et anticlinal traversé de ce côté, les courbures bien marquées, accentuées par le contournement d'une grande muraille descendant entre les deux branches superposées de la route, d'une section de synclinal dirigé vers l'est, en prolongation de la tache blanche que forme au milieu de la blancheur générale [2] une carrière abandonnée de marbre portlandien. Seule

1. Auprès duquel fut trouvé, au moment des travaux de la route, par M. le Dr Ollivier, un vrai trésor d'ornements romains. et ensuite, par M. Casimir Bottin une riche brèche ossifère. — Bottin. Journal *Le Commerce* de Grasse, 23 mars 1884. — Dr Ollivier Matériaux pour l'histoire primitive de l'homme, (2), IX, p. 291, 1878.

2. Pour un œil exercé à chercher dans cette blancheur des nuances, il en apparaît d'assez caractéristiques pour éviter d'avoir à englober dans la dési-

une aussi formidable pression que celle de la fermeture en V d'un synclinal très aigu, près de sa rencontre avec un autre, a pu triturer d'abord, puis ressouder en marbre homogène aux veines sanguines, la masse, ailleurs irrégulière et caverneuse, du calcaire blanc corallien. Or, si l'on trace l'axe de ce synclinal, parfaitement marqué du côté de Castela par deux petites taches de Crétacé et Poudingue, puis, de l'autre côté, par les pendages des bancs de plus en plus anciens qui forment le lit le plus supérieur de la Combe (fig. 31), on voit cet axe converger à l'ouest avec celui du Portlandien de La Gardette pour aller former à la demi-étoile de Castela de nouveaux rayons.

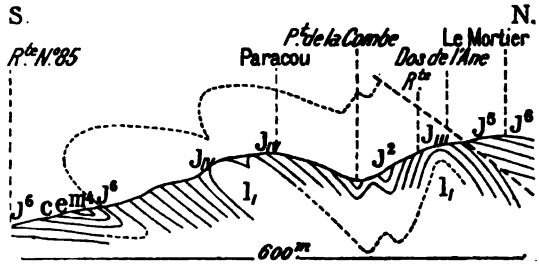


Fig. 31. — Coupe par le pont supérieur de la Combe. Echelle : 1/30.000.

La montée du pont au tournant de la Marbrière suit à peu près l'axe de la section parabolique de la nappe anticlinale intermédiaire et, sitôt dégagée du noyau dolomitique, se montre bientôt bordée d'énormes dalles verticales, dont les premières doivent représenter le Callovien, mais qui bientôt prennent un type caractéristique absolument spécial à l'Oxfordien. De patine jaune terne veloutée, à surface comme ondulée de vagues arrondies, montrant en relief tantôt de fréquentes Bélemnites allongées (*Hibolites argovianus* Mayer sp.), tantôt des concrétions astéroïdes ordinairement indistinctes, mais dans l'une desquelles M. Guébhard a trouvé une fois les articles de l'Astérie nettement en place, ces bancs laissent paraître à 300 m. au-dessous du km. 24, un lit détritique, grumeleux, semblable ici à un agglomérat calcaire, ailleurs glauconieux et phosphaté, vrai sosie du Gault, mais heureusement assez riche en fossiles, presque partout, pour éviter à l'observateur de trop faciles méprises [1].

Les déblais du soutènement de la route empêchent de bien distinguer, dans le parallélisme vertical des deux lèvres relevées du

gnation de « Calcaire blanc », spécialement attribuable au Portlandien, tout le Jurassique supérieur, comme il est fait trop fréquemment.

1. Ce même banc observé à la descente de Rorebel sur Touët-de-Beuil, le 10 septembre, empêcha seul de prendre pour du Néocomien un Oxfordien argilo-schisteux tout à fait trompeur.

synclinal, le passage de l'axe observé d'en face; mais on en a la preuve en trouvant, dans l'entaille même des rocs qui bordent le tournant, les silex caractéristiques du Virgulien. Or si, tout en constatant la présence de celui-ci, on note sa minime épaisseur pour la comparer, un peu plus loin, à celle que va révéler la coupe normale de Ferrier ; si, de plus, on observe avec quelle promptitude on retombe en plein Oxfordien, on est obligé de reconnaître ici l'existence de véritables étirements, de notables diminutions d'épaisseur, allant presque jusqu'à la suppression du Séquanien et Rauracien [1].

Plissements oxfordiens. — D'ailleurs, en avançant de quelques mètres, on a la preuve tangible de l'étonnante plasticité de ces bancs de pierre qui, tout à l'heure, dressés en tables énormes, apparaissent maintenant pliés, chiffonnés comme du carton.

Voici d'abord (fig. 32), sur la paroi gauche de la route, à une soixantaine de mètres au-dessus du tournant, un rubannement de pierre dessinant une grande lettre S couchée, un anticlinal et un synclinal attenants, sur un espace d'à peine six ou sept mètres. Et ce n'est pas un banc seul, au milieu des autres, qui a subi la déformation, car il y a toute une épaisseur affectée, sur plusieurs mètres de hauteur, avec un léger déversement qui montre, en haut, à gauche de la verticale d'un trou de mine, tandis qu'en bas il est à droite, le noyau synclinal, tourné là en demi cylindre massif, dans le parfait emboîtement d'une gorge creuse.

Fig. 32. — Contournement en ∽ des bancs oxfordiens.

Mais si l'accident n'est pas absolument localisé en épaisseur, l'est-il, du moins, en longueur? Il ne semble point, car, avant d'aller loin, le mouvement de la route ramène celle-ci à couper une fois encore la présumée direction axiale, et montre alors une

1. Ne faut-il pas convenir que si M. Guébhard, n'ayant pas trouvé, sur la carte au 1/80.000 la place matérielle pour inscrire le petit lambeau crétacé de quelques mètres à peine qui est juste sous le tournant de la Marbrière, n'a pas usé ici de ces contours tangentiellement convergents qu'on lui reproche ailleurs, c'est qu'il a péché graphiquement par un excès contraire de celui dont on paraît le croire coutumier ?

double section, beaucoup plus oblique et, par conséquent. plus allongée, mais d'autant plus nette (fig. 33), d'un anticlinal aigu, suivi d'une courbure synclinale à noyau cylindrique semblable à l'autre.

Fig. 33. — Plissements oxfordiens de la route de Thorenc.

Est-ce à dire qu'il y ait à tenir compte définitivement, au point de vue de la structure générale, de ces plissements locaux et d'ajouter une ligne synclinale de plus à toutes celles qui ont été, en grand, sûrement notées ? Cela n'aurait rien d'absolument impossible, et il n'a pas fallu, souvent, autre chose qu'une apparition de ce genre pour mettre sur la piste de mouvements qui se trouvaient, un peu plus loin, développés avec évidence. Mais ici, ce dernier contrôle manque encore et sera probablement toujours fort difficile à obtenir [1].

Paracou ; anticlinal chevauché. — A partir de là tout semble redevenu normal ; le chemin qui, toujours montant, rencontre successivement les dolomies et puis le calcaire bathonien, exploité comme pierre de taille, évidemment s'enfonce vers un noyau anticlinal, bientôt marqué par l'apparition rubigineuse des bancs argileux inférieurs, où a été creusé un petit puisard pour retenir les eaux de ruissellement. La courbure des bancs est, au-dessus, bien visible, et leur changement de pendage devient frappant auprès du km. 25, où retombe presque vertical, vers l'est, le flanc nord, achevant géométriquement une section oblique de voûte ellipsoïdale (fig. 30). Aussi n'est-on pas peu surpris de voir tout d'un coup, à une dernière inflexion de la route, s'appliquer sur ce Bathonien ancien, sans ressaut notable ni discordance apparente, la grosse masse récifale du Portlandien, d'un blanc saccharoïde,

1. Tout récemment, pourtant, l'observation faite, au haut même du centre de plissements de Castela, d'un mouvement oxfordien d'allure identique, et contenant son remplissage de Jurassique supérieur, dans l'évidente continuation du mouvement analogue que l'on observera en dessous du col de la Faye dans la course du lendemain, semble établir définitivement la corrélation bien positive de tous ces accidents particuliers avec l'alignement de lambeaux pontiens observable sur la crête de la montagne à l'ouest du Pas de la Faye.

dont on ne sortira plus jusqu'au delà du col de Ferrier. D'autre part, si l'on regarde à l'est, du côté des deux vieux ponts jetés sur la branche orientale de la bifurcation supérieure du Vallon de la Combe, dénommée Vallon du Castellaras, à cause de la magnifique enceinte mégalithique aux pieds de laquelle elle prend naissance, on aperçoit nettement la nappe blanche du Jurassique le plus supérieur, descendue au pont contre la nappe brune du Jurassique le plus inférieur, remonter en écaille d'oignon sur le flanc nord de la montagne de Paracou (point 1116 de l'Etat-Major), sans cesser de former le fond du vallon du Castellaras, dont l'alignement avec le synclinal de la Marbrière fait la prolongation orographique de celui-ci, du côté du col de La Malle.

Ainsi voilà bien constaté, sur un trajet assez long, et encore plus accidenté, le chevauchement non pas d'une nappe ancienne soulevée sur une récente, mais tout au contraire de la croûte la plus superficielle du Jurassique sur son noyau le plus profond. Est-ce qu'il y aurait eu réellement, ici, une poussée tangentielle, ayant fait glisser horizontalement l'une sur l'autre deux épaisseurs du Jurassique décollées ? Tout, dans l'aspect des lieux, s'oppose à cette idée, car la nappe, au nord de l'accident, se montre bien complète, et c'est très évidemment en biseau qu'elle empiète sur la voûte inférieure. Serait-ce alors par faille, ou encore, comme ce fut dit pour d'autres contacts anormaux, par simple transgression? Cette dernière hypothèse est immédiatement démentie par la présence visible, dans le proche voisinage, de toute l'épaisseur ici disparue. Quant à l'autre hypothèse, si l'on considère que, pour former le dôme de Paracou, le Bajocien a dû être poussé à une altitude égale à celle qu'occupe au nord le Portlandien, et bien supérieure à celle qu'il occupe au sud, on est tout naturellement porté à admettre qu'il y a eu littéralement, quels qu'en aient été le mécanisme et les causes, *soulèvement* du noyau interne à travers son écorce crevée, à la manière d'un noyau de fruit expulsé à travers la peau. Et tandis que, sur le flanc méridional, ou tout au moins dans le bas, où n'a

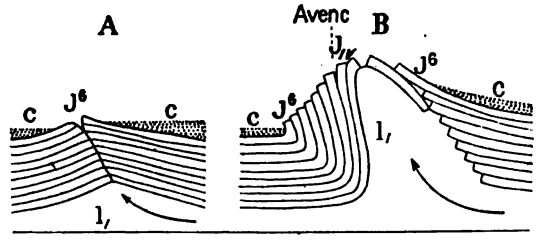


Fig. 34. — Schéma des stades de soulèvement de Paracou.

A, Phase du début ; B, Résultat final.

guère eu d'influence le petit mouvement synclinal de Castela, que nous avons vu venir mourir sur le périclinal occidental, les couches récentes se sont purement et simplement écartées, comme dans le schéma ci-contre (fig. 34), en redressant sur place, leurs tranches, rompues, mais en ordre complet, il y aurait eu, au contraire, sur le flanc nord, entraînement oblique de l'autre lèvre de la déchirure ouverte, avec retard des couches moyennes, retenues par leurs attaches, et glissement ascendant des inférieures, plus directement poussées, suivant une surface de frottement, vite aplanie en une sorte de faille couchée, où l'émoussement nécessaire et l'amincissement forcé des bouts de nappes rompues restées en arrière doivent donner réellement quelque chose de fort analogue à ce qu'on appelle l'étirement des couches en géologie, mais fort différent de l'étirement physique des substances élastiques.

Il n'est pas douteux, en effet, que, tout au moins pour les couches superficielles, non maintenues par la surcharge d'un poids énorme, la rupture pure et simple ait en général précédé toute élongation constatable ou amincissement un peu notable. Mais il est dans l'ordre des vraisemblances physiques, et l'observation montre par des exemples trop fréquents et trop constants pour qu'on les puisse attribuer au jeu seulement des érosions postérieures, que ces fractures se produisent par échelons et donnent aux faces régulièrement soulevées le profil en escalier que présente au sud la figure 34, B. Lorsque tout se passe en parfaite symétrie, on a la même figure sur les deux flancs, et c'est une coupe dont le Jura suisse offre un assez grand nombre d'exemples. Mais, s'il y a eu une poussée prédominante dans un sens déterminé, comme tout l'atteste en la région des Alpes-Maritimes, il devient tout naturel d'admettre qu'en arrière du front de maximum de courbure où devaient se produire les ruptures, une sorte de dos-d'âne se soit formé, emportant avec lui, à la fois en haut et un peu en avant, par la rotation du noyau sur lui-même du côté du déversement ébauché, le lambeau supérieur de la croûte rompue, dont le front de brisure, échelonné inversement de l'autre, en escalier retourné, devait bientôt voir user ses marches friables et s'égaliser toutes ses asperités souterraines en une surface de friction unie par la poussée nucléaire discordante de la masse centrale, dans son émergence bientôt débordante.

Ce mécanisme, qui participe et de la faille et de l'étirement, n'est, on le voit, précisément ni l'un ni l'autre. Mais comment se montrerait-on exclusif en face de phénomènes si complexes ?

Le Mortier; synclinal chevauchant. — Nous avons vu que la descente de la nappe de Ferrier jusqu'au niveau des deux ponts devait être due au passage du synclinal de la Marbrière, et peut-être du petit pli vu, plus haut, au bord de la route, recoupant, au point même où confluent les deux branches supérieures de la Combe, la ligne de discontinuité, ni synclinale, ni anticlinale, qui, de la rive gauche à la rive droite, va passer ainsi du bord de la lèvre d'un synclinal inférieur à celui d'un autre immédiatement supérieur, en passe de dominer nettement, par dessus son sommet, et non plus seulement de lécher sur son flanc, le nouvel anticlinal subordonné (fig. 31).

En effet, si, du point où nous sommes arrêtés, et qui est exactement celui du passage supérieur de la route dans la coupe, nous nous avancions vers l'ouest pour suivre la ligne de discontinuité par dessus la croupe de montagne que sa forme fait dénommer au cadastre le Dos de l'Ane, nous y verrions dans les gros bancs de Jurassique supérieur dominant la voûte des dolomies bathoniennes, le flanc méridional relevé d'un synclinal régulier, dont la section en rigole, au sommet de la montagne du Mortier (point 1088), sera parfaitement visible le lendemain à la descente d'Escragnolles sur Nans (Pl. XXII), appuyée sur l'ovale immense d'une voûte toute droite sur ses piliers dolomitiques, en continuation de celle dont nous venons d'écorner la chute à l'est, auprès du petit puisard argileux.

La coupe de la fig. 31 prise du nord au sud pour entamer à la fois le Mortier et Paracou, mais, à cause de cela, un peu oblique et atténuant l'acuité des angles, montre, en dessous du chevauchement du Mortier, les deux plis de la montée de la Combe, puis l'entame du sommet de Paracou par la ride venue de Castela, et enfin la section exceptionnellement déversée du synclinal de Saint-Vallier, qui, à cette place seulement, à côté de la bastide ruinée du haut Escourenchié, montre presque horizontaux au-dessus du Crétacé aminci et du Nummulitique presque recouvert, les bancs qu'à 500 m. à l'ouest, au pied de la montée, on avait vus presque verticaux et qui, à moins de 100 m. de là, vont reprendre l'allure presque normale, pour refermer, en pointe très aiguë, il est vrai, par leur jonction avec ceux du flanc inférieur, le synclinal crétacé.

Il est à noter qu'une coupe prise, à travers Paracou, plus à l'est, aurait montré sur le dos même de celui-ci, comme dans la fig. 34, le chevauchement, qui en est séparé, ici, par deux autres plis et un énorme vallon : preuve nouvelle de l'importance qu'il y a à constater l'existence de toutes ces rides « secondaires » et de

l'impossibilité d'expliquer, sans elles, ou sans négliger une foule de détails réels, les particularités de ces parages tourmentés.

Nans ; pli en M. — La traversée du col de Ferrier, en ouvrant, à l'est, sur la vallée de Nans de superbes perspectives, va susciter de nouveaux problèmes.

Au fond de la grande vallée, à 200 m. en contre-bas du sommet synclinal du Mortier, mais bien dans son alignement axial, au milieu de l'Infralias qui forme quelques champs de culture autour d'une maisonnette ruinée, on aperçoit l'emplacement d'un lambeau notable de Poudingue, en position tout à fait analogue à celle des lambeaux de Cabris, c'est-à-dire à peu près dans l'axe de ce qu'un premier coup d'œil général pourrait faire prendre, encore plus facilement que là-bas, pour un simple noyau de large voûte anticlinale effondrée. Au nord, en effet, ce sont les bancs du versant sud de la montagne des Listes (point 1440 de l'Etat-Major, en avant du Thiey) montrant leur forte inclinaison vers le nord. Du côté opposé, au Pas de La Faye (point 980), les strates absolument verticales des dolomies inférieures forment au bord même de la route de hautes murailles alignées d'est à ouest. Et il semblerait assez naturel de rejoindre le tout par une grande courbe aérienne régulièrement convexe vers le ciel.

Fig. 35 — Restes de la voûte effondrée de Nans.

Mais que deviendrait alors la voûte qui montrera le lendemain (Pl. XXII) son flanc nord, plongeant au milieu de la vallée, tout auprès du lambeau paradoxal ? Que deviendrait le synclinal du Mortier qui, tout en haut, se verra dirigé exactement dans le même sens (Pl. XXIII) ? Et d'ici même, au loin, voyez-vous surgir, au milieu des éboulis gris, une masse noire de dolomies (fig. 35 et pl. XXIV), d'abord verticales, mais tout de suite recourbées dans le vide, horizontalement ? C'est évidemment le propre sommet rompu, le restant d'un arceau ruiné, dont la courbure si nette ne saurait se raccorder avec celle des bancs

correspondants d'en face, sans une ondulation synclinale intermédiaire, ondulation très aiguë, comme les deux voûtes latérales elles-mêmes, formant avec elles un ensemble en M très serré (fig. 36).

Or, on constate encore que c'est juste à la pointe médiane de cet M, dont ne subsistent partout ailleurs que les jambes latérales, que correspond le lambeau pontien; et alors, si l'on considère la brusque plongée de l'axe synclinal du Mortier et l'enfoncement qui a dû se produire de l'angle aigu du milieu de l'M dans l'argile molle inférieure, on ne peut s'étonner qu'il y ait eu rupture de la gouttière, à l'endroit même où, comme un chéneau dont un bout ne serait plus soutenu, elle s'est infléchie en bas, en ne laissant d'autre jalon que l'amas de débris encastré dans le substratum plastique. La disparition de quelques couches intermédiaires ne saurait rendre cette pénétration inférieure d'un coin synclinal, dans le sens de la pesanteur, plus extraordinaire que la pénétration contraire, dont nous avons eu l'exemple sous les yeux, d'un noyau soulevé de bas en haut à travers son écorce dure.

Cette conception de la vallée de Nans comme pli en M

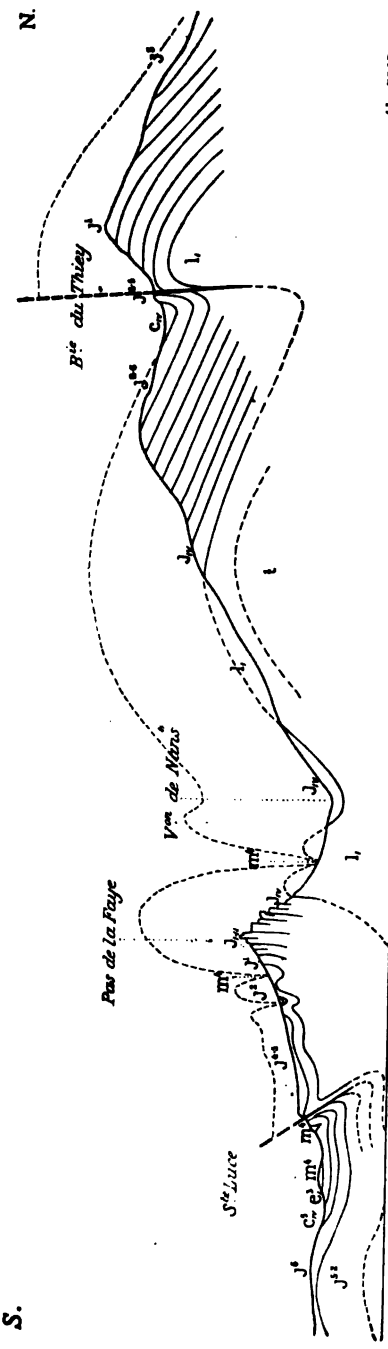


Fig. 36. — Coupe du Thiey à Saint-Vallier par le méridien de Sainte-Luce. — Echelle : 1/25.000.

s'impose d'autant plus que, sans elle, ou sans l'intervention d'un nouveau pli supplémentaire, il paraîtrait impossible d'expliquer la réapparition de l'Infralias bien au-dessus du Bajocien siliceux qui borde (au lieu du Trias marqué sur la Feuille de Nice) la route vers le km. 25, bien au-dessus de l'autre Infralias qui, sur l'autre rive, entoure le poudingue gréseux.

D'ailleurs, tous les plis est-ouest sont brusquement arrêtés à la dépression nord-sud de la Siagne, et le vaste plateau boisé de Briasq que l'on voit à l'arrière-plan, allongeant au sud sa nappe horizontale, verticalement coupée au surplomb de la rivière, ne laisse apercevoir aucune ondulation, même minime, pouvant être interprétée comme la prolongation des plis considérables que nous venons d'analyser.

Le Thiey, pli-faille sans chevauchement. — Au nord de Briasq apparaît lointainement la verte oasis du hameau de Bail, avant-poste d'Escragnolles, au-dessus de l'énorme coupure d'où jaillissent, vauclusiennes, les sources de la Siagne, dominées de plus de 1000 m. par la haute crête de l'Audibergue (fig. 37) et, un peu plus à l'est, par l'imposant massif du Thiey (1548 m.).

Fig. 37. — Sources de la Siagne, vues du coude de l'ancienne route de Castellane.

Tandis que, dans celui-ci, M. Zürcher montre la progression du gigantesque chevauchement dont il a développé la figuration sur la Feuille de Nice à partir d'Escragnolles jusqu'au Var, M. Guébhard, amené, dit-il, à regarder cette conception comme purement graphique, interprète la montagne du Thiey comme une entité géologiquement et orographiquement distincte, limitée au sud par le synclinal faillé qui en détache la montagne inférieure des Listes, au nord par le synclinal de Canaux, à l'ouest par celui de la Siagne et à l'est par le synclinal nord-sud de la Baisse de Barlet (point

1182) qui, incomplètement figuré sur les premières cartes de M. Guébhard, ne l'est pas du tout sur celle du Service géologique.

De Ferrier même, on aperçoit toute dégagée (Pl. XXV et fig. 38) la charnière synclinale allongée dont l'axe, marqué, au début, par

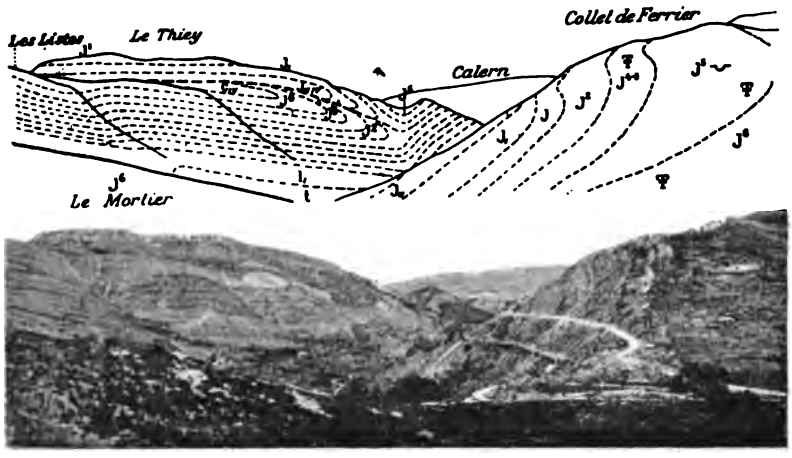


Fig. 38. —Vue panoramique du Thiey à Ferrier, prise du Mortier.

la bande jaune des argiles hauteriviennes, s'abaisse en se recourbant dans la direction du col de Barlet, tandis que le flanc nord montre, en arrière de la bergerie du Thiey (fig. 39), d'énormes bancs verticaux de calcaire blanc portlandien, placés debout, sans renversement, avec d'autres, de Virgulien, Séquanien, etc., au-devant de la base déjà renfoncée et du front déjà reculé de la nappe, que M. Zürcher voit largement chevauchante, et M. Guébhard simplement surélevée par un mouvement de faille quasi-verticale.

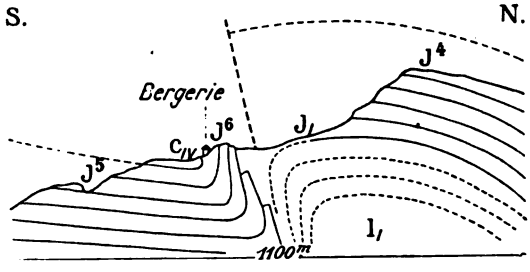


Fig. 39. — Coupe par la bergerie du Thiey.
Echelle : 1/15.000.

Aucune ressemblance, aucune dépendance, dit M. Guébhard, n'existent entre ce pli et celui de la Crête de Ferrier, si ce n'est la convergence de leurs axes au centre de Barlet. Bien loin qu'il y

ait, de l'un à l'autre le « développement graduel » de chevauchement auquel font songer les tracés de la Feuille de Nice, il n'y a de visible pour M. Guébhard, qu'une atténuation de la discontinuité aux abords de Barlet, allant presque jusqu'à la reconstitution de la normalité synclinale, et, du côté de la chute de Ferrier, pas même l'apparence d'un chevauchement, mais bien celle d'un double pli en Z (fig. 40), dont les excursionnistes vont longer la branche inférieure presque horizontale jusqu'au ravin de Maoucouor, où se verra la branche moyenne en bancs presque verticaux, déversés au sud, formant la paroi méridionale du ravin, tandis que la branche supérieure va former le plancher de la vallée de Caussols, et que la rupture de la pointe anticlinale tout le long de l'axe brusquement défléchi et infléchi depuis la Colle des Maçons jusqu'à Barlet, laisse paraître et parfois déborder les bavures argileuses de l'Infralias pâteux [1].

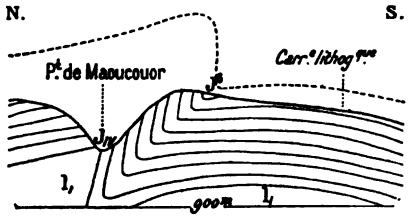


Fig. 40. — Coupe du Collet de Ferrier. Echelle : 1/20.000.

Ferrier ; coupe du Jurassique. — Avant d'arriver à Maoucouor, une belle coupe stratigraphique est offerte par l'entaille très oblique de la chaussée horizontale (Pl. XXV) dans les bancs remontants du Jurassique, à partir du col, où les Calcaires blancs un peu crayeux laissent se détacher parfois, outre des Polypiers nombreux [2], la *Rhynchonella Astieri* d'Orb. et des Térébratules de grande taille, parmi lesquelles M. Kilian [3] a reconnu *T. tychaviensis* Glocker, *T. formosa* Suess,etc. En avançant au nord, on voit bientôt les silex caractéristiques du Virgulien, mais sans que paraissent, au bord de la route, les calcaires marneux que leur pâte extraordinairement fine a fait essayer d'exploiter, en divers points, plus haut, comme pierres lithographiques, et où a été

1. En suivant le pli vers l'est, on pourrait trouver, il est vrai, par places, des apparences momentanées pouvant prêter à l'idée de recouvrements locaux : on en aura l'explication, avec tous les détails relatifs au Thiey, Barlet, Ferrier, dans la Notice spécialement consacrée à la Tectonique.

2. Voir aux notes annexes : F. Koby, Sur les Polypiers jurassiques de Saint-Vallier.

3. C'est aux déterminations de l'éminent professeur de Grenoble que M. Guébhard a dû de pouvoir préciser, en les appuyant de données paléontologiques, les subdivisions qu'il était arrivé péniblement, vu la pénurie originelle des fossiles, à établir d'une manière tout empirique dans le Jurassique régional. Voir la notice sur le Jurassique des Préalpes Maritimes.

découverte, pour la première fois l'*Ostrea* (*Exogyra*) *virgula* Goldf. [1], retrouvée, depuis lors, en divers endroits, toujours accompagnée de ce faciès pétrographique spécial qui constitue des taches localisées d'allomorphisme latéral, au milieu des calcaires kimeridgiens, parfois difficiles, sans leurs silex, à distinguer des Calcaires blancs superposés.

A la base des calcaires à silex, et quelquefois encore englobant quelque nodule, se voit d'une manière très constante, depuis Mons, dans le Var, jusqu'à Coursegoules, dans les Alpes-Maritimes, un banc tout pétri de Térébratules et de Rhynchonelles, dont on peut ramasser dans les éboulis supérieurs des échantillons détachés, les premières présentant presque toutes les formes du groupe *Terebratula farsinata* Douvillé, les autres toutes les variétés de la *Rhynchonella trilobata* Pictet.

Fig. 41. — Le crochet jurassique du Collet de La Malle.

Immédiatement en dessous paraît le Séquanien, parfois très riche, ordinairement tout à fait stérile, ici moyennement fourni en Ammonites parmi lesquelles prédominent les *Perisphinctes subfascicularis* d'Orb. sp. et ceux des groupes *P. lictor* Font. et *P. effrenatus* Font.

Plus bas doit exister le Rauracien, car le *Peltoceras bimammatum* Schl. a été recueilli plusieurs fois en divers points de la région ;

1. Ad. Guébhard. Sur la présence d'*Ostrea virgula* dans le Jurassique des Alpes-Maritimes. *C. R. Ac. Sc.*, CXX, p. 1077, 1895.

mais la division lithologique n'a pu être encore effectuée, et, à Ferrier même, la dolomitisation commence à tout brouiller dès l'Oxfordien [1] puis l'Oolithe et à ne plus laisser voir, aux approches du pont de Maoucouor, que l'uniforme délit sableux au milieu duquel on descend (à cause du relèvement des bancs) jusqu'en bas du Bajocien.

Un peu des marnes inférieures paraît même au-dessus du pont, où l'on s'arrête un instant pour vérifier les pendages de couches, absolument exclusifs de toute idée de chevauchement, et qui deviendraient d'une évidence de plus en plus flagrante, si l'on pouvait tenter la dure ascension du ravin et de sa paroi méridionale, pour y vérifier le crochet anguleux que font les deux branches inférieures du Z, et regarder de là, à l'est, le dessin tout analogue mais encore plus accentué que donne le Jurassique inférieur, du Collet de La Malle (fig. 41 et pl. XXV).

Caussols. — Non loin du pont s'amorce l'embranchement, récemment rectifié, du chemin de Caussols, à travers des dolomies dont la désespérante monotonie n'est tempérée que par le charme de la superbe forêt de vieux hêtres que fait prospérer la nature sableuse du terrain. Bientôt cependant apparaissent quelques alternances calcaires, puis, au milieu de la montée, l'Oxfordien assez développé, très craquelé, qui conduit presque jusqu'au haut, sans qu'autre chose qu'un fossile égaré, ou quelque silex noyé dans la dolomie ait marqué l'ascension aux Calcaires blancs. D'ailleurs ceux-ci ont subi eux-mêmes les influences dolomitisantes qui prédominent aux environs, et c'est à elles qu'est due la formation de l'énorme monolithe des Planestels (Pl. XXVI), à l'entrée de cette immense « plaine de rochers » que Joanne appelle trop justement « une Arabie plus pétrée que l'autre », amoncellement désertique de dolomites et dolines, qui donne, loin de l'Aveyron, un exemple remarquable de *causses* [2] provençales.

Si les actions érosives, partout visibles, avec d'identiques résultats, dans toute la région, ont pu agir ici en plus grand, pour multiplier les cirques d'effondrement et sculpter un ensemble vraiment extraordinaire, c'est qu'elles ont trouvé, pour s'exercer, au-dessus d'un substratum particulièrement hétérogène et soluble, une nappe

1. C'est pourtant au milieu des bancs dolomitiques de la route de Thorenc que furent trouvés, plus loin, à 680 m. au-delà du km. 28, les premiers fossiles caractéristiques de l'Oxfordien, et observé le banc glauconieux qui devait ultérieurement fournir un repère précieux et une mine fructueuse de fossiles.

2. F. Mader. *Globus, ill. Ztg. f. Länder. und Völkerkunde*, LXVI, p. 119, 1894, et *Führer durch die franz. Riviera*. Nice, L. Gross, 1900, p. 399.

portlandienne d'une ampleur rare, presque horizontalement étalée sur plusieurs kilomètres, et à peine infléchie, vers son extrémité méridionale, d'une faible ondulation en cuvette, avant le relèvement définitif qui lui fait dominer au sud le plateau de La Malle, presque de niveau avec celui de Caussols.

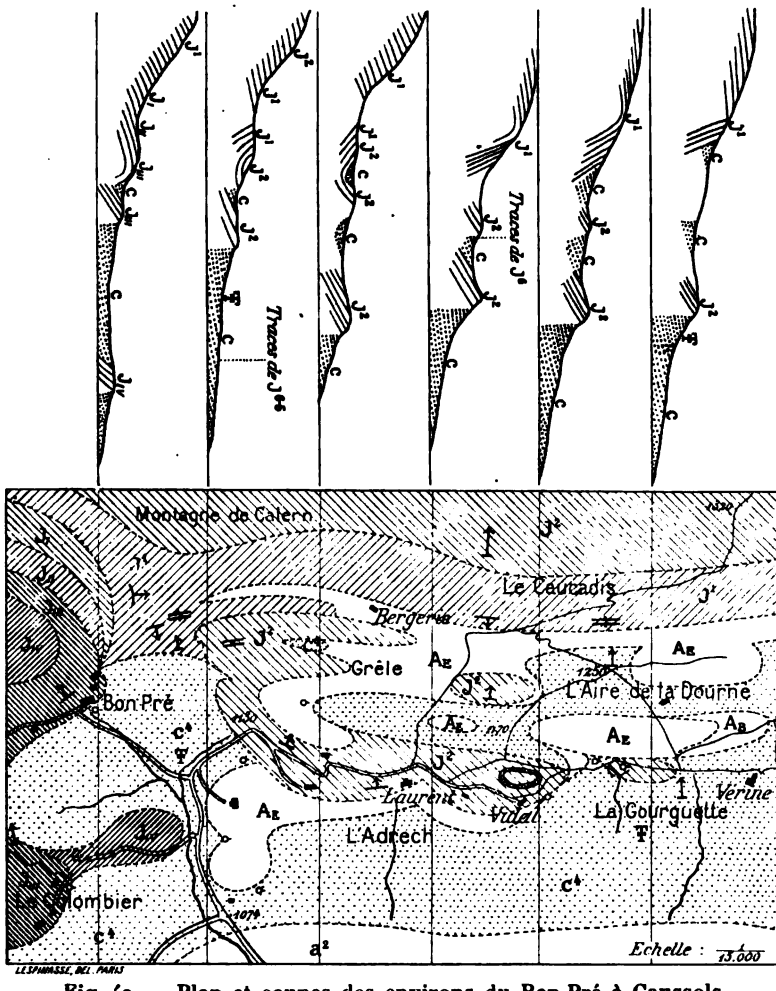


Fig. 42. — Plan et coupes des environs du Bon-Pré à Caussols.

Au nord c'est encore tout doucement que la nappe s'abaisse pour recevoir la base du Crétacé, dont la route suit à peu près la limite, sur les premiers bancs hauteriviens, remplis d'énormes Ammonites et de coquilles variées.

Gisements de fossiles. — Après le déjeuner pris sous les frais ombrages du château du Bon Pré, M. Paul Goby conduit les amateurs de fossiles en dessous de la source à un banc d'argile cénomanienne, où l'on trouve, à la fourche des deux chemins, des quantités de petites *Ostrea columba* complètes, ce qui n'est pas commun et, au-dessus, d'innombrables *Terebratula phaseolina* Lamk. et *Serpula deformis* Lamk. Puis, tournant à l'est, vers les pentes argileuses dénudées du ravin de la Gourguette, entre les propriétés Vidal et Vérine (fig. 42), les géologues trouvent un autre gisement cénomanien très riche et beaucoup plus varié [1]. Enfin, M. Jules Gavet qui connaît tous les gouffres des Alpes-Maritimes [2] conduit le groupe au bord de l'*Embut* de Caussols [3], unique déversoir de l'immense cuvette, ouvert au contact du Jurassique et du Néocomien (fig. 43).

Fig. 43. — Embut de Caussols (*cliché de M. P. Goby*).

Tout à côté deux petits crets hauteriviens montrent un faciès inférieur à menus fossiles, qui ne paraît pas être tout à fait celui d'Escragnolles à *Ammonites Inostranzewi* Kar. et qu'on ne retrouvera guère en allant rechercher ensuite, dans les talus du chemin, les grosses pièces notées au premier passage, auxquelles s'en ajouteront d'autres à foison, tout le long du petit ravin de Saint-Lambert.

Accidents sous-anticlinaux. — Pendant ce temps un autre groupe s'attachait à l'examen des singuliers accidents frontaux de la barre

1. Là ont été trouvées par un collecteur de Saint-Vallier, feu A. Chaix, deux beaux exemplaires de dents de *Ptychodus decurrens* Ag., espèce que M. Priem n'avait vue citée encore qu'une seule fois, en France, et pour la Normandie, par Bucaille.

2 J. Gavet. Spéléologie des Alpes-Maritimes. *Ann. de la Soc. des L. Sc. et A. des A.-M.*, XVII, p. 197-219, 1901 ; *Bull. du C. A. F. des A.-M.*, XX, p. 39-53, 1899 ; XXI, p. 70-94. 1900 ; XXII, p. 75-90, 1901.

3. Exploré par M. Armand Janet. L'embut de Caussols. *Mém. Soc. de Spéléologie*, n° 17, 1898.

de Caussols, qui purent apparaître aux visiteurs comme simples lambeaux de recouvrement, ou paquets tombés, mais sur lesquels M. Guébhard confesse qu'il n'a pu arriver encore, après des investigations répétées, à se faire une opinion définitive.

Fig. 44. — Chute anticlinale verticale de la barre oxfordienne, en arrière des accidents frontaux de Caussols.

Il s'agit, en gros, d'une nappe oxfordienne qu'on voit, du fond du Bon Pré, s'avancer presque horizontalement en contre-haut du Crétacé, après s'être détachée d'un noyau péri-anticlinal callovien qui, lui, est, sans aucun doute possible, franchement émergé de ce même Crétacé, lequel, pourtant, en de nombreux points, affectant vaguement, en avant de l'anticlinal callovien de plus en plus surélevé (fig. 44), l'allure de deux ondulations synclinales parallèles à la racine de la nappe, se montre posé sur le dos de celle-ci, devenue ainsi, par une complication que ne semble guère

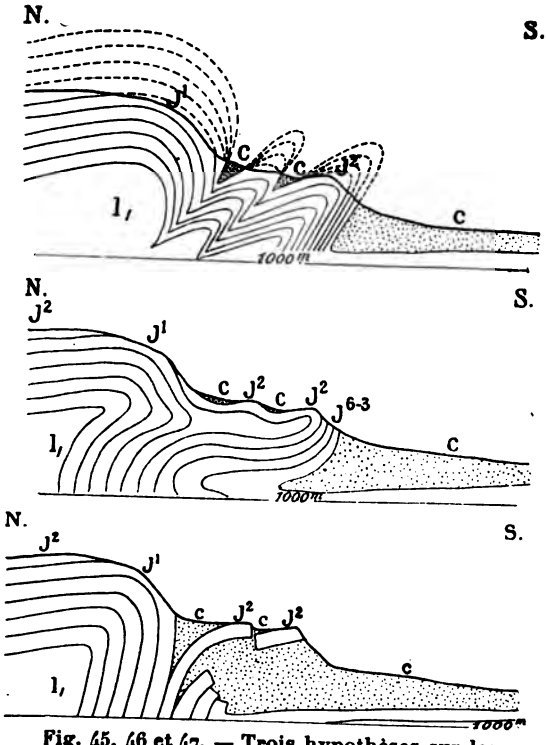


Fig. 45, 46 et 47. — Trois hypothèses sur les accidents frontaux de Caussols.

avoir prévue la théorie du recouvrement, à la fois recouverte et recouvrante. Problème ardu, que posent, tel qu'il se présente,

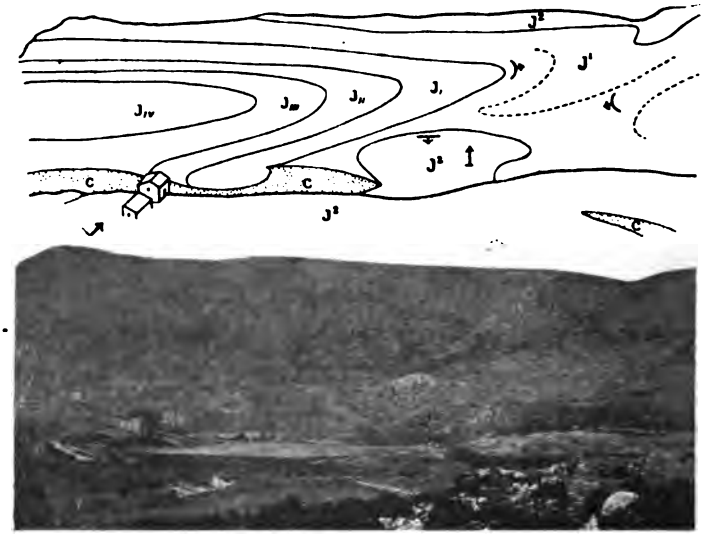


Fig. 48. — Accident de la voûte de Calern, au nord de Bon-Pré.

les coupes sans interprétation placées au haut de la figure 42, et qu'essaient de résoudre les hypothèses schématisées dans les figures 45, 46 et 47 [1].

Fig. 49. — Restes de la voûte de Calern, en dessous du chemin de Cipières.

Enfin, à ces accidents doivent s'en rattacher deux autres plus ou moins connexes. Au nord du Bon Pré, la barre jurassique montre (fig. 48 et pl. XXVII), dans la tranche des bancs légèrement inclinée d'est à ouest, un brusque mouvement synclinal en U correspondant à l'extrémité naissante du petit dôme callovien inférieur, que touche presque immédiatement à l'ouest un notable relèvement bathonien, terminaison périclinale d'une voûte dont

1. Pour les détails, voir la notice annexe sur la Tectonique des Alpes-Maritimes.

on aperçoit à l'ouest d'irrécusables témoins (fig. 49). Il est donc certain qu'à cette place un pli nord-sud, plus ou moins compliqué de fracture, s'est superposé à toutes les ondulations est-ouest, et c'est à lui que paraît attribuable, outre la dépression du Bon-Pré, une sorte d'entaille rectangulaire qu'on aperçoit au sud, dans la bordure du relèvement synclinal à l'entrée du quartier des Claps, avec l'apparence d'un morceau de plancher resté tranquillement en place, au milieu de parties verticalement soulevées. Le lendemain on verra un exemple beaucoup plus considérable du même fait, que M. Zürcher invoquera à l'appui de la théorie du chevauchement, tandis que M. Guébhard, le rattachant à plusieurs autres accidents identiques observés ailleurs, y voit une preuve de plus de la prédominance constante des résultantes verticales de soulèvement (ou d'affaissement) sur celles de poussée horizontale, dont le rôle, quoique réel, et peut-être primordial, n'a nullement eu, comme effet final, en ces régions, la prépondérance exclusive qu'on cherche à lui attribuer [1].

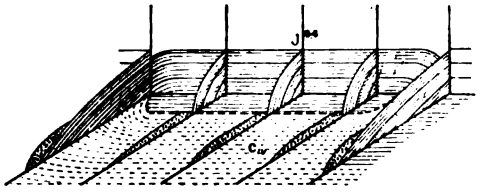


Fig. 50. — Schéma de l'accident des Claps, au sud du Bon-Pré.

Caussols a Thorenc. — On refait en voiture la traversée de la plaine ; ensuite, tandis que les véhicules vont rejoindre la route de Thorenc, on s'engage dans le vallon de la Bourre pour gagner directement le pont du Logis-Neuf en suivant le cours même du ravin, dont la rive gauche, montrant la surface dénudée des strates néocomiennes, et la rive droite, les tranches superposées d'une superbe coupe, offrent à chacun un riche supplément de récolte, en même temps que d'excellents repères pour les niveaux. Auparavant, dans le haut, un coude du ravin a opéré dans le Jurassique une coupe originale de synclinal insoupçonné, juste dans la ligne d'un décrochement visible dans la Barre de Calern

1. En attendant le chapitre spécial des Notices tectoniques, la figure 50, par une combinaison cumulative des conventions géologiques avec celles de la géométrie descriptive, représente, en quelque sorte, la dissection de l'accident, qui est sûrement d'origine tectonique, et point assimilable, comme il a pu paraître, de loin, à M. Léon Bertrand, aux « affaissements locaux par dissolution souterraine », cause réelle de toutes les dolines du plateau de Caussols.

(Pl. XXV), ce qui montre une fois de plus à quel point sont souvent trompeuses les apparences les plus nettes de régularité. Plus loin, à l'ouest, dans la barre de Canaux un autre accident bien plus important (fig. 51), perturbant la crête, montre l'arrivée nord-sud du synclinal de Barlet.

Au débouché sur la route on ne peut manquer d'être frappé de l'aspect extraordinaire de glacier craquelé que présente, dans le talus, le banc supérieur du Jurassique, celui-là même où, dans une localité voisine, à Andon, a été trouvée par M. Kilian la *Natica Leviathan* [1], qui tendrait à en faire du Berriasien. En face, l'entaille de la route continue la coupe du vallon, mais comme les bancs s'abaissent, on aperçoit bientôt le lit glauconieux du Barrêmien, très riche en fossiles souvent détachés, mais si mince de tranche qu'on n'en peut jamais faire qu'une exploitation restreinte et momentanée.

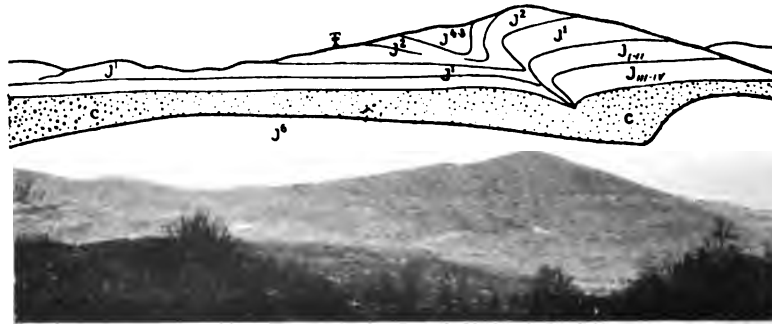


Fig. 51. — Arrivée du synclinal de Barlet par derrière Canaux.

Dès lors, la route n'est plus bordée que d'éboulis, qui masquent le Cénomanien d'abord, puis les bancs inférieurs de la barre, de sorte qu'en arrivant au col de la Sine (point 1125) on entre tout de suite perpendiculairement dans une large inflexion synclinale de l'Oxfordien et, très vite après, dans le Calcaire blanc.

Le Loup, vallée polysynclinale. — En suivant la pittoresque descente sur le pont du Loup, on profite des fréquentes échappées qu'offrent les grands pins accrochés à la paroi presque verticale du Portlandien, pour contempler, de l'autre côté, la magnifique vallée dont on va remonter le large versant tourné au sud. On distingue facilement dans son axe médian une série d'apparitions

1. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, p. 962, 1895.

de calcaire blanc jurassique, bien reconnaissable aux petites barres qu'il forme presque toujours du côté du sud en s'élevant au milieu du Crétacé, et à la division *en orgues* que prennent les bancs toutes les fois qu'ils sont en relèvement vertical. Pour peu qu'on inscrive avec quelque précision cette série d'îlots allongés au milieu de la bande crétacée, on est forcé d'y reconnaître les résurgences ondulatoires d'un véritable axe anticlinal, alternativement plongeant et remontant, sous des influences qu'il est parfois possible de rattacher à des plissements perpendiculaires, constatables au nord et au sud. Cet axe, qui divise en deux synclinaux distincts toute la partie est-ouest de la vallée du Loup, se poursuit à de très grandes distances : d'une part jusqu'au delà de Coursegoules et de l'autre jusqu'au département du Var, par la « Montagne de l'Hubac » [1] et des relais qu'on apercevra en traversant, le lendemain, la vallée de Séranon.

La route, au-delà du pont, remonte à travers le Crétacé sans recouper le Jurassique, que M. Zürcher a marqué à la place même où, cependant, d'après ses souvenirs, il rechercha une Turritelle, dont l'aspect turonien l'avait autrefois frappé et induit à présumer une extension du Turonien, précédemment reconnu sur la Feuille de Castellane [2]. Il s'agit effectivement d'un niveau supérieur du Crétacé, ramené ici par la combinaison du mouvement synclinal est-ouest, indiqué sans précision par la Feuille de Nice, avec un autre nord-sud, qui n'est pas indiqué du tout, quoiqu'il entaille d'une profonde gorge néocomienne le flanc sud du synclinal des Thorencs, et marque son débouché perpendiculaire dans celui du Loup par une bâillure oxfordienne, en dessous du point 1327.

Ce faciès crétacé, bien distinct de tous ceux qu'il recouvre, par son caractère gréseux-arénacé, fréquemment marqué de cordons de petits graviers siliceux, et voisin d'affleurements ligniteux, se développe de plus en plus vers l'ouest, et se caractérise par l'extrême abondance d'*Aporrhaïs* pétrissant certains bancs, avec des pinces et carapaces de Crustacés qui, près de Bargème (Var) présentent cette curieuse particularité d'avoir pris en terre la couleur rouge vif que donne la cuisson [3]. Dans les murailles mêmes du petit camp de la Selle d'Andon, M. Guébhard a recueilli de nombreux fragments à *Aporrhaïs*, dont un, tout dernièrement,

1. Nom de la carte de l'Etat-Major. En provençal, on appelle « Hubac de la montagne », tous les versants nord, à l'exclusion de la face au soleil, qui a nom partout l'*Adrech* ou l'*Adret*.

2. *B. Carte géol. Fr.*, II, p. 346, 1891.

3. *B. S. G. F.*, (4), I, p. 540, 1901.

lui a fourni également une grande et belle Turritelle, et d'autres, de nombreuses empreintes de Bivalves [1]. Enfin, dans les champs au sud, en dessous de l'enceinte préhistorique, s'est montrée à l'état détaché une petite Exogyre, qui, pétrissant au bord même de la route, de gros bancs calcaires, leur donnait une trompeuse ressemblance avec le Cénomanien. Et il s'est trouvé que c'était l'*Exogyra Matheroni* d'Orb., confirmant définitivement l'intéressante prévision de M. Zürcher.

La route, après s'être continuée dans le Cénomanien, entame un instant l'anticlinal portlandien du point 1426, bientôt interrompu par la déflexion nord-sud qui sert de passage à l'ancien chemin et qui a isolé le roc abrupt où se voient les ruines du Castellaras et de l'ancien village du Haut-Thorenc, accident topographique réellement important, mais dont l'origine tectonique, constatée par M. Guébhard, et traduite peut-être avec exagération dans ses premiers tracés, n'est pas plus indiquée sur la Feuille de Nice que celle de l'accident suivant, qui va fournir à la route nouvelle son débouché sur la grande vallée des Thorencs.

La nuit empêche les excursionnistes de jouir du contraste inattendu d'une verdure alpestre avec l'aridité désolée qu'ils viennent de traverser ; mais voici bientôt le Grand Hôtel Climatérique, où les attendent un gîte et couvert comme il n'arrive pas souvent aux géologues d'en trouver en montagne [2].

1. Voir plus loin la note, avec planche, de M. Repelin : Contribution à l'étude du Crétacé supérieur des Alpes maritimes.

2. Un remerciement particulier est dû à M. Graham, directeur de la Station Climatérique, pour l'obligeance avec laquelle il organisa la réception des excursionnistes et à M. Rost, propriétaire du Thorenc-Palace, pour l'excellence des menus auxquels fut fait le plus grand honneur.

M. **Zürcher** après avoir rendu hommage à l'exactitude des faits observés par M. Guébhard dans le bassin de Saint-Vallier, indique quelle est, d'après lui, la constitution du bord méridional de la montagne de Ferrier, dont la Société a pu, en passant au col de même nom, apercevoir les dispositions très visibles, grâce à l'absence de végétation, qui permet de suivre de l'œil l'allure des couches. Peu après la route a montré le passage de la ligne de discontinuité qui représente le trait principal de la constitution de la région.

Des chevauchements absolument certains, et reconnus par M. le Dr Guébhard lui-même, peuvent être observés à La Malle, vers l'est, et dans la montagne de Thiey vers l'ouest. Ces chevauchements, dans lesquels le flanc renversé n'apparaît pas, et qui montrent le Bajocien et même l'Infralias au-dessus du Cénomanien, étant ainsi des plus accentués, il en résulte qu'entre ces deux recouvrements, alors qu'en aucun point on ne voit finir le pli qui a été leur origine par décroissement graduel et retour du flanc renversé, il est inadmissible de supposer que la superposition anormale ne soit pas continue. Et l'hypothèse très simple consistant à voir dans la « presqu'île » de La Malle un témoin avancé de la masse de recouvrement est alors la seule qui puisse être invoquée. Quelles que soient les apparences il ne peut y avoir aucun rapport réel entre l'allure des couches dans cette presqu'île, qui fait partie du flanc normal supérieur du pli, et celle des assises voisines du col de Ferrier, qui appartiennent au flanc normal inférieur. Ces dernières sont affectées par le grand anticlinal du vallon de Nans, et il en résulte que le contact anormal se produit entre des couches de nature très variée, de telle sorte qu'au point où la route coupe la ligne de discontinuité l'Infralias du flanc normal supérieur repose sur le Bathonien, peut-être même le Bajocien du flanc normal inférieur. L'endroit est ainsi peu favorable à la preuve d'un accident qui, au contraire, est démontré jusqu'à l'évidence quand on étudie l'ensemble de la région.

En ce qui concerne, d'autre part, les dispositions si compliquées en apparence que M. le Dr Guébhard a décrites sous le nom d' « accidents frontaux de la barre de Caussols », cette complication résulte simplement du jeu du phénomène bien connu qui amène, sur les pentes où une formation solide couronne une masse plus ou moins marneuse, les couches supérieures à s'ébouler peu à peu, au fur et à mesure de l'érosion de leur substratum, sous forme de fragments de dimensions très variables, et à prendre ainsi les dispositions les plus diverses, allant du chaos de blocs en désordre à

Compte-rendu de la course du 7 Septembre.

par M. A. GUÉBHARD.

(PLANCHES XXVIII-XXXII).

LA VALLÉE DES THORENCS. — A se réveiller brusquement au milieu d'un vrai paysage d'Helvétie, on ne peut faire autrement que de se demander s'il est vraiment possible d'attribuer à la simple uniformité du large synclinal crétacé figuré sur la Carte, cette variété de végétation, ces méandres du ruisseau, ces terrasses variées, sur chacune desquelles s'élèvent hôtels et villas. M. Guébhard ne le croit point, et quoique il n'ait encore étudié en détail que les extrémités de la vallée, il ne craint pas d'affirmer que, dans le tracé des contours, devrait se retrouver, au centre même, la figuration très évidente qu'il a sûrement relevée jusqu'au Château des Quatre-Tours, des cinq plis synclinaux au moins, dont on peut voir, tout autre de forme et de position que ne l'indique la Feuille de Nice, à l'extrémité orientale de la cuvette néocomienne du Plan du Peiron[1], l'entame en longs fiords minces sur la retombée occidentale de l'énorme anticlinal du Cheiron ; puis la continuation, sur celui-ci, bien marquée à travers la voûte portlandienne, par des lambeaux néocomiens, et l'accentuation de plus en plus grande, jusqu'à la forme de V très allongé, dessinée par l'érosion ou les variations de pendage des bancs oxfordiens, très riches en fossiles, qui, à partir du Signal de Jérusalem (point 1567) jusqu'à Bezaudun forment toute la crête et tout l' « Hubac » de la montagne, figurés presque entièrement comme portlandiens par M. Zürcher.

Fig. 52 — Déchiquetures anticlinales du Portlandien à l'entrée orientale du Plan du Peiron.

1. La figure 52 montre les déchiquetures produites par les courbures anticlinales dans le Portlandien.

En remontant la vallée du côté opposé, après avoir quitté l'hôtel à sept heures, on va trouver, près du point 1090, avant de prendre le chemin de Caille, un nouveau sujet d'intéressantes discussions.

M. Zürcher signale, dans la voûte jurassique, en arrière du village de Val-de-Roure, et déjà en dehors de la Feuille, une curieuse entaille, à paroi verticale au-dessus d'un plancher d'argile crétacée (fig. 53 et pl. XXVIII) : preuve évidente, dit M. Zürcher, de la pénétration de ce Crétacé par dessous la partie avancée — donc chevauchante — du Jurassique ; simple preuve, dit M. Guébhard [1], qu'ici, comme, en moins grand, à Caussols, un morceau de plancher, détaché du mouvement de surrection par deux cassures perpendiculaires et une parallèle à l'axe, est resté en place par inertie, alors que s'élevait autour de lui verticalement l'anticlinal très régulier, pas même déversé, et encore moins charrié, qui borde normalement de Portlandien relevé cette extrémité de vallée.

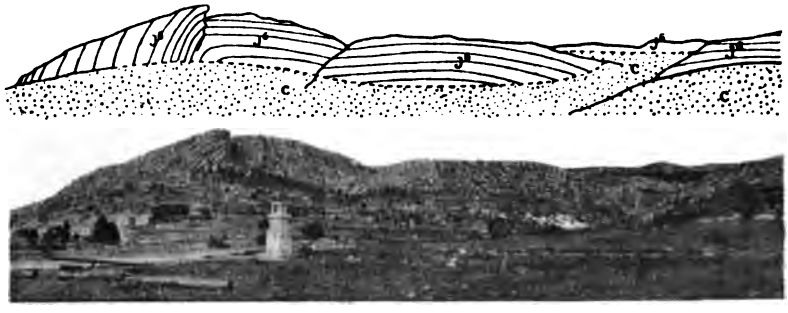


Fig. 53. — Accident de Val-de-Roure.

A la traversée du col de La Colle, le Néocomien s'élevant très haut, quelques géologues mettent pied à terre pour chercher, à travers les raccourcis, des fossiles, ce qui leur permet de constater, vers le premier tournant, une petite résurgence anticlinale de Calcaire blanc, corrélative d'une autre plus importante, à l'est, nettement accentuée par les accidents de terrain dont portent trace les figurés de l'Etat-Major, sans que rien l'indique sur la carte géologique.

Caille a Escragnolles. — Après la traversée du petit col jurassique, la descente sur Caille montre le prolongement du synclinal supérieur de la vallée du Loup, élargi et surbaissé en

1. Voir la notice tectonique sur les Préalpes maritimes.

cuvette, sans autre écoulement pour les eaux qu'un large *Embut*, pourvoyeur, dit-on, de l'une des sources de la Siagne. Sans s'arrêter au village, on traverse le deuxième bord de la cuvette, pour contourner l'extrémité périclinale portlandienne, assez fossilifère, de la « Montagne de l'Hubac » — au juste, La Faouria, à cause de ses hêtres — laquelle ne représente certainement pas, comme l'a dit anciennement M. Zürcher [1], la fin, ou la naissance d'un anticlinal, puisqu'on voit reparaître celui-ci, au milieu de la vallée, en réalité bi-synclinale, de Séranon, sous forme du petit dôme néocomien qui porte la chapelle de Notre-Dame (Pl. XXIX), et, plus loin, dans la brusque poussée du brachyanticlinal de La Doire, isolé entre le synclinal méridional qui donne passage à la route et l'autre synclinal que domine au nord une magnifique barre portlandienne, au front tout découpé en orgues, colonnade de façade de l'anticlinal de Baouroux, dont se voit derrière Caille, la section majestueuse, évidemment surgie du Crétacé et point du tout tombée ou avancée dessus.

Les environs de la Clue mériteraient une analyse détaillée à cause des intéressantes confluences de synclinaux qui s'y manifestent et de leur rendu plus que vague, sur les Feuilles de Castellane et de Nice. Bornons-nous à noter, à droite de la route, au moment où elle tourne à l'est, pour entamer la montée, peu après le km. 9, un petit dos jurassique au milieu du Néocomien, qui a déterminé la formation d'un *Embut* absorbant les eaux du vallon de Valferrière, et dont la signification tectonique, tout infime qu'elle paraisse, est accentuée, de l'autre côté de la route, par la présence d'une encoche néocomienne dans le flanc, qu'on longe, de l'anticlinal septentrional, en réalité double, ainsi que nous l'allons constater tout à l'heure.

Clars. Premiers gisements, premières complications tectoniques. — Peu après le col (point 1109) où reparaît, comme c'est fréquent, un peu de Cénomanien au lieu de Néocomien contre le Jurassique, relevé pourtant bien peu, et sans trace de chevauchement, les voitures s'arrêtent au km. 12, pour permettre aux voyageurs d'exploiter, à quelques pas en deçà du pont, un gisement de Gault, petit mais fructueux, dont l'existence indiquée sur les cartes de M. Guébhard [2], et point sur la Feuille de Nice, pour-

1. *B. S. G. F.*, (3), XXII, p. 65, 1894.

2. Les problèmes tectoniques d'Escragnolles. *A. F. A. S.*, XXIX, p. 580-594, pl. III-IV, 1900. Cette carte, dont un exemplaire fut remis à chaque excursionniste, se trouve reproduite pl. XXX, XXXI.

tant postérieure, est due précisément au synclinal dont a été signalée l'amorce à Valferrière.

Après être rentrés dans le Cénomanien, puis avoir traversé, au km. 12,3, une rivière d'éboulis jurassiques, descendue du pied de la barre de l'Audibergue le long d'une rigole oxfordienne, qui, dans l'alignement exact de divers accidents synclinaux du plateau de Bliauge, limite à l'ouest deux petits dômes jurassiques superposés, on retrouve, au milieu du contour imposé à la route, à quelque deux cents mètres avant le km. 13, une bande de Néocomien, très fossilifère en dessous du talus, dans une petite ravine jaune où se ramassent assez souvent, parmi d'innombrables *Terebratula Carteroni* d'Orb., des *Duvalia* et l'*Exogyra Couloni* Defr. sp.

Au sud, on voit l'affleurement hauterivien, qui cependant représente certainement un flanc inférieur de synclinal, arriver au contact d'une crête de bancs cénomaniens presque verticaux, sur laquelle s'amorce le chemin descendant aux bastides inférieures de Clars. L'explication de ce contact surprenant se trouve en descendant de quelques pas à l'ouest vers un petit ravin dont le flanc gauche est formé précisément par les parois cénomaniennes tandis que la paroi droite l'est par des bancs de Calcaire blanc recouverts par l'argile néocomienne et en correspondance évidente, par une bande qui forme un cordon saillant entre les hautes et basses bastides de Clars, avec le grand anticlinal du Courneton (point 1475), prolongé ainsi par un éperon mince qui va nous expliquer, juste en face de la borne 13, la réapparition d'une petite voûte déversée de Portlandien à noyau virgulien, en contact par derrière avec une retombée verticale d'Oxfordien.

Si, pour compléter une vue tectonique générale de cet endroit si plein de singularités, on remonte jusqu'à la barre septentrionale en suivant le dos de la protubérance jurassique, on y relève, dans les ondulations des bancs et les réapparitions d'étages supérieurs, une preuve certaine du prolongement du mouvement synclinal du km. 12 ; en sorte qu'entre la convergence visible du grand synclinal dominé au nord par l'Audibergue, avec celui du Vallon de Clars, on retrouve l'aboutissement de deux autres, serrés sur une largeur d'à peine un demi-kilomètre, où il n'est pas étonnant que se voient, par étirements ou disparitions de couches, les contacts les plus anormaux, cause de l'orographie spéciale de ces lieux.

La fameuse Collette de Clars s'aperçoit, toute petite (fig. 54), de l'autre côté d'un profond ravin qu'en un long kilomètre on contourne en plein Cénomanien, montrant au-dessus d'une grande falaise d'argiles noires coupées de lits rubigineux, des bancs de

plus en plus calcaires et finalement siliceux, comme on peut le voir au bord de la route, dans un bloc à grosses *Ostrea columba*, un peu avant le pont de La Gourguette (fig. 55), auprès d'une petite voussure anticlinale bien marquée.

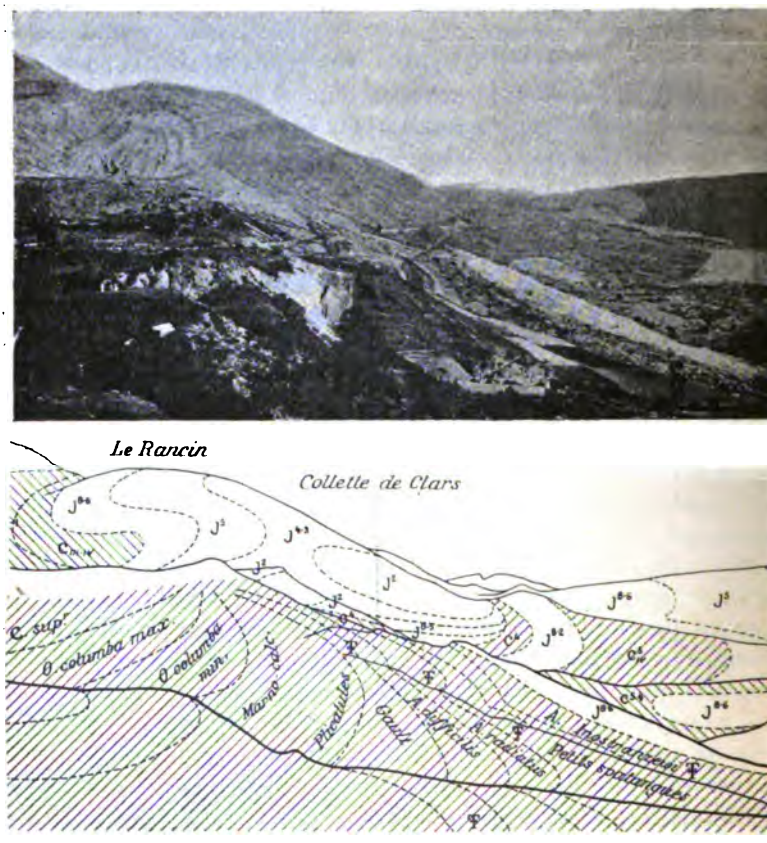


Fig. 54. — Ravins de La Collette de Clars, vus du km. 13.

La Collette de Clars ; gisements crétacés. — A l'entrée d'une petite tranchée précédant deux ponts, marqués l'un par le km. 14, l'autre par la plaque d'altitude 1082, voici, enfin, le célèbre gisement albien où l'on va recueillir, dans le talus en dessous de la route, nombre de petits fossiles [1], en se gardant d'y mélanger ceux

1. Bon nombre de grosses pièces qu'on trouve étiquetées de cette provenance dans les musées étaient ramassées fort loin à la ronde par le collecteur défunt Mirapel.

du Barrêmien, également glauconieux, mais assez faciles à différencier, qui dégringolent d'un affleurement un peu supérieur.

Mais c'est dans les ravins inférieurs que les trouvailles se font abondantes. Successivement, on ramasse, de haut en bas, pour ne citer que les fossiles réellement caractéristiques par leur fréquence et sans faire mention de la trop riche faune supérieure glauconieuse dont M. le capitaine Hitzel a bien voulu entreprendre de décrire la partie albienne [1] : *Desmoceras difficile* d'Orb. sp.,

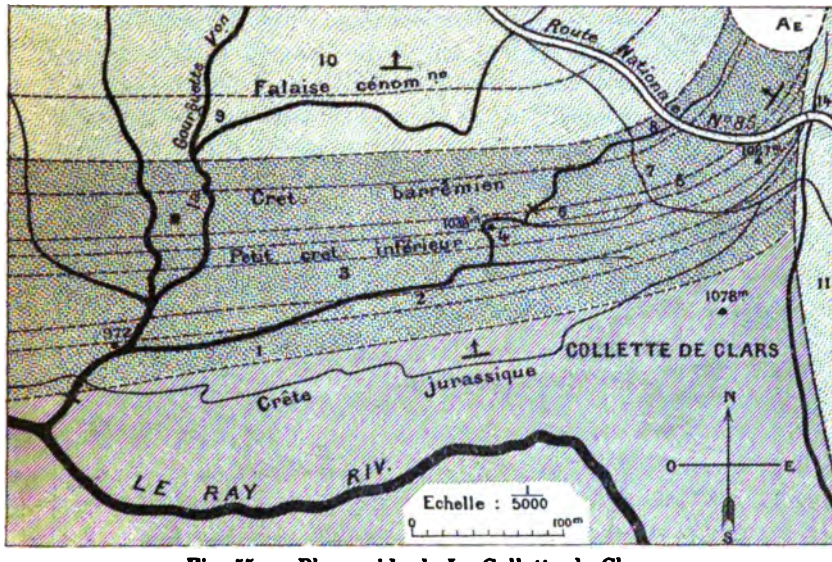


Fig. 55. — Plan-guide de La Collette de Clars.

1, Calcaire à *Pholadomya elongata* ; 2, Calc. à grands Céphalopodes, 3, Argile à petits Spatangues ; 4, Calc. à *Hoplites radiatus* ; 5-6, Marnes et calcaires avec un lit glauconieux fossilifère ; 7, Calc. à *Desmoceras difficile* ; 8, Gault ; 9, Glauconie argilo-sableuse ; 10, Marnes et calcaires rubigineux ; 11, Cénomanien à *Ostrea columba*. — La position des chiffres indique les points fossilifères. (*Cliché extrait de l'A. F. A. S., XXIX, 2e partie, p. 581* ; Paris, 1900).

remplissant tout un banc avec, dans le haut du Barrêmien, *D. Charrieri* d'Orb. sp. ; de gros Gastropodes frustes, Nautiles et Ammonites, où se reconnaît cependant *Hoplites castellanensis* d'Orb. dans un banc glauconieux pétri de Bélemnites (*Hibolites*), vers la base d'une grande épaisseur de marnes bleues coupées de

1. Voir aux notes annexes. HITZEL : Sur les fossiles de l'étage albien recueillis dans la région d'Escragnolles.

calcaires rubigineux, qui, peu riche en fossiles, paraît appartenir déjà à l'Hauterivien ; tout de suite après, de magnifiques *Hoplites radiatus* Brug. sp. avec *Amm. clypeiformis* d'Orb., *Lissoceras Grasi* d'Orb. sp., *Holcostephanus Sayni* Kil. et des Criocères variés, puis *Toxaster gibbus* Ag. et *Tox. Ricordi* Cott., dans des calcaires argileux formant toujours relief au-dessus d'argiles jaunes où abondent de charmants petits Oursins : *Cardiolampas ovulum* Ag. (*Disaster*) et *Disaster subelongatus* d'Orb. (*Collyrites*); enfin, après un nouveau banc à *Hopl. radiatus*, un dernier, caractérisé par l'abondance de *Trigonia caudata* Ag., *Pholadomya elongata* Münst., et d'une jolie petite Ammonite, *Hoplites Inostranzewi* Karakasch qui, étant caractéristique de l'Hauterivien en Crimée [1], semble bien impliquer, ici, l'absence totale du Valanginien, puisque, tout de suite au-dessous, viennent les calcaires blancs sans fossiles, regardés comme jurassiques.

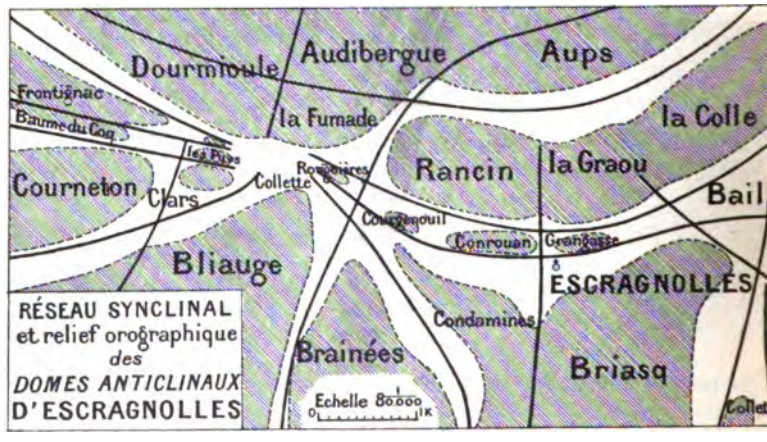


Fig. 56.
Cliché extrait de l'A. F. A. S., XXIX, 2e partie, p. 584 ; Paris. 1900.

Enfin, en remontant La Gourguette, on rencontre à la base argileuse du Cénomanien, une petite *Plicatula* sp. qui en constitue la seule richesse et qui, extraordinairement ressemblante à *P. placunea* de l'Aptien, marque le même niveau glauconieux, à Caussols, à la place du Gault, ici subordonné.

Sur la route, un dernier coup d'œil au nord de la tranchée fait apercevoir une curieuse coupe où, sans discordance apparente, le Néocomien pose au-dessus du Cénomanien, quoique toujours bien

1. C'est à l'obligeance de M. W. Kilian qu'est dû ce renseignement, ainsi que toutes les déterminations précédemment citées. Voir aux notes annexes.

en dessous du Gault. Exemple incontestable, celui-là, d'un vrai recouvrement; d'à peine un mètre, il est vrai, mais bien réel, et aussi des plus compréhensibles, si l'on se rend compte, en regardant la figure 56, de la brusque manière dont a été interrompu le large et tranquille synclinal de Clars par la convergence violente, juste en ce point, de trois autres, d'allure plutôt tourmentée, venus, l'un d'Escragnolles même, l'autre du Gabre, après avoir séparé du Plateau de Briasq celui du Pézou (point 1146); et le troisième enfin de Mons (Var), en bordure de l'immense nappe surélevée de Bliauge (fig. 57), prolongement méridional du flanc inférieur

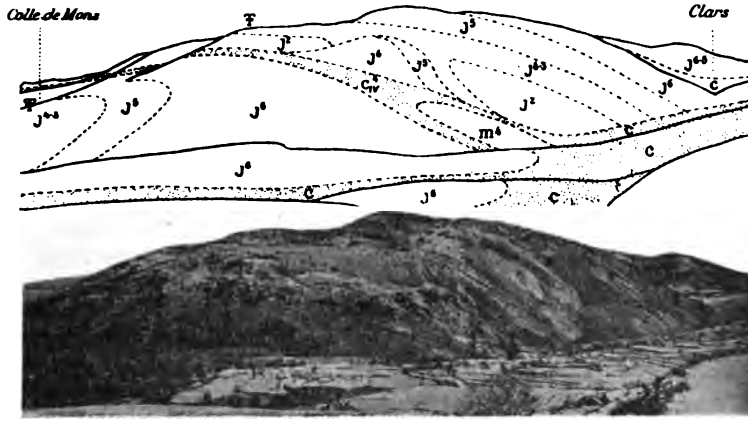


Fig. 57. — Bliauge vu d'Escragnolles.

du synclinal de Clars. La confluence angulaire, sur un espace de 400 m., de trois plis qui s'étalaient sur des kilomètres de largeur, ou de deux seulement, si l'on préfère laisser, comme cela semble assez naturel, se continuer au nord, vers le ravin du Beiral, le pli de Mons, ne peut avoir eu lieu, cela se conçoit, sans de fortes réactions mutuelles, et si l'on regarde du haut du pont de La Collette, sur la rive droite du ravin qui en descend, le brusque arrêt du Jurassique de Bliauge en contact faillé, sans chevauchement, avec le Cénomanien du synclinal recoupant, puis la disparition du premier sous la remontée du second, et celle de la base marneuse du Néocomien sous sa nappe dure de la partie supérieure; on ne s'étonnera pas qu'au point même du conflit de tous ces plis, un petit lambeau débordant de la base des couches relevées soit venu chevaucher de quelques décimètres sur les couches molles contiguës. Ce n'est d'ailleurs pas ici l'incontestable poussée nord-

sud qui intervient, mais une force issue de complications toutes locales, et finalement perpendiculaire à l'autre.

De Clars à Escragnolles ; gisement oxfordien. — Sans insister sur le détail tectonique de la *patte d'oie* de Clars, on conçoit comment peut être ici regardé comme jalon synclinal un tout petit lambeau de poudingue gréseux observable à quelques mètres au-dessus et à l'est du deuxième pont, seul et unique témoin, sur tout le terroir d'Escragnolles, de la présence du Tertiaire, commémorée cependant encore, d'un côté tout opposé, par quelques gros galets siliceux roulés au bas du ravin Saint-Martin ; — comment on peut voir une résurgence frontale de la nappe oxfordienne, régulièrement plongeante au sud, de la montagne de l'Audibergue, dans le monticule, couronné par une enceinte préhistorique, des Rouguières ; — comment, après avoir, aux pieds de celui-ci, aperçu au bord de la route une petite source et des argiles cénomaniennes sous les éboulis calloviens, puis contourné une retombée oxfordienne, et recherché, dans un banc exceptionnellement riche, au km. 14.7, les *Phylloceras tortisulcatum* d'Orb. sp., *Perisphinctes plicatilis* Sow., *P. lucingensis* Favre, etc., l'on a pu constater, un peu plus au nord, une inflexion synclinale caractérisée de ces bancs, en prolongation d'un axe, dont nous aurons bientôt à reconnaître l'existence au-dessus d'Escragnolles ; — comment enfin la présence de nombreux cailloux d'oolithe bajocienne dans les éboulis, jusque bien loin en dessous de la route, s'explique par la brusque cassure infligée beaucoup plus haut à la nappe de l'Audibergue, qui, au-dessus de l'origine du grand ravin du Beiral, montre, en face de l'interruption du synclinal arrivé de l'est à ses pieds, un dessin synclinal très nettement accentué par les petits bancs du Callovien, et dans la voussure anticlinale corrélative, l'inattendue apparition de quelques gros bancs de Bajocien, et même de dolomie infraliasique à ces hauteurs.

Fig. 58. — Contournement des bancs portlandiens au Pont du Beiral.

Le temps manque à la traversée du sauvage ravin du Beiral (fig. 58), pour admirer, au-dessus de la maisonnette du cantonnier, la véritable souplesse de contournement que montrent les couches les plus superficielles du Jurassique à épouser l'angle de croisement orthogonal du synclinal descendu, le long de la brusque fermeture périclinale de la montagne du Rancin (point 1478), perpendiculairement au synclinal, par là déprimé, qui servait de passage à la vieille route, dont on n'aperçoit presque plus, à 60 m. plus bas, que le mauvais gué, flanqué d'une tache crétacée.

On note, au bord de la route, la rapide succession du Virgulien au Calcaire blanc, et la presque immédiate apparition de l'Oxfordien, couvrant de fins éboulis le Cénomanien remonté de l'ancien chemin. L'exploitation de ces éboulis pour l'empierrement rend la chose bien visible ; mais M. Zürcher, qui préconise ici « un remarquable exemple » de « relèvement gradueel » de pli « déversé et étiré », rejette cet Oxfordien à un demi-kilomètre plus loin, en le réduisant presque à rien au profit des Calcaires supérieurs (J^{8-5}), en même temps que, par une prolongation du Crétacé bien au-delà de sa dernière apparition constatable à l'est, il le fait confluer, inexactement, avec celui de la gorge de Carlette, au nord d'Escragnolles ; exagérations bien superflues pour établir l'existence d'un synclinal supérieur, à laquelle M. Guébhard avait précisément consacré une partie de son travail, à une époque où il s'attendait encore à voir traiter de « paquets tombés » les accidents frontaux d'Escragnolles, presque identiques d'apparence, à ceux de Caussols.

C'est encore de l'Oxfordien qu'on recoupe, sous forme de gros éboulis, d'abord, puis de bancs réguliers, avant d'arriver enfin (km. 16.5) au Cénomanien du synclinal principal d'Escragnolles, sur lequel s'élève, à l'abri du Jurassique de Conrouan, l'Hôtel du Levant (Pl. XXXII), où attend le déjeuner.

Escragnolles. — L'attraction des fossiles appelle ensuite à une autre Collette, celle d'Escragnolles, située du côté opposé à Clars, au km. 18 de la grand'route, à la naissance du fameux ravin Saint-Martin, illustré par les descriptions de Duval-Jouve [1]. Mais auparavant un groupe, sacrifiant à la préhistoire, va sous la conduite de M. Paul Goby, admirer, au haut de la colline qui domine l'hôtel, la jolie enceinte de Conrouan [2], bâtie en clef de

1. Bélemnites des terrains crétacés inférieurs des environs de Castellane (Basses Alpes), in-4°, 80 p., 13 pl., 1841

2. *Camp rouman*, de l'épithète communément appliquée, en Provence, à toutes choses antiques.

voûte sur la courbure horizontale de bancs jurassiques supérieurs émergés verticalement du Crétacé presque horizontal d'en-bas. De là, attirés par la vue lointaine du chaos de roches noires des Claps, à la naissance de la montagne de Briasq, où ils savent devoir trouver les restes d'un dolmen, ils traversent un gisement, jadis étonnamment riche, aujourd'hui totalement masqué par l'humus, d'énormes *Ancyloceras*, en bordure du vallon dit de Germo-Gambetto, puis s'en reviennent faire de riches récoltes dans les érosions hauteriviennes du ravin de Saint-Martin, et dans la tranchée même de la route, où se montre, exactement en face la borne kilométrique, un lit glauconieux de Barrêmien pétri de fossiles.

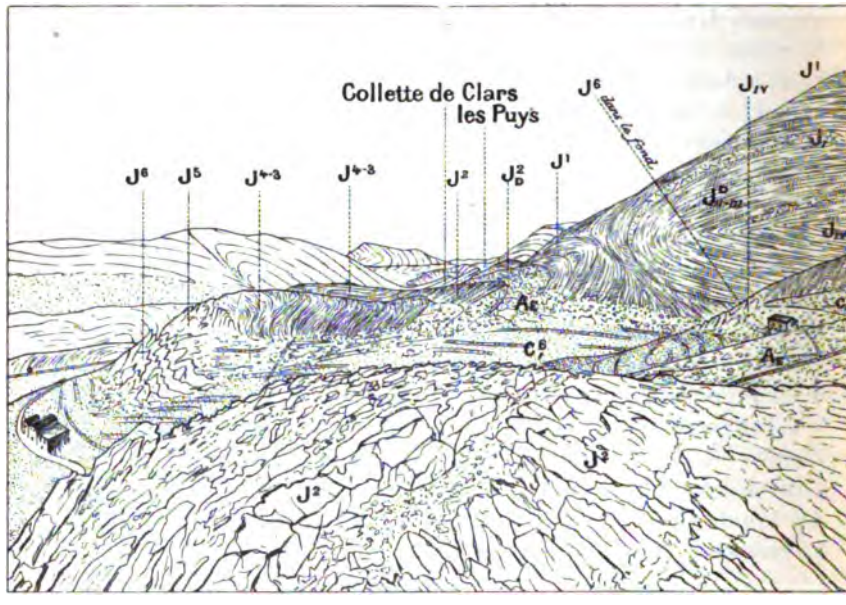


Fig. 59. — Dôme de Conrouan vu de Grangasse.
(*Cliché extrait de l'A. F. A. S., XXIX, 2e partie, p. 589* ; Paris, 1900).

Pendant ce temps, un autre groupe faisait, en face Conrouan, l'ascension du monticule de Grangasse, d'où M. Guébhard exposait la longue série d'investigations par laquelle il était arrivé à se convaincre de la nature vraiment anticlinale, c'est-à-dire émergée et nullement tombée, enracinée en profondeur et point chevauchante, de ces sortes d'avant-postes jurassiques du grand anticlinal du Rancin, entre lesquels pénètre pourtant, aussi profondément qu'au Bon Pré de Caussols, le Crétacé que, de très haut, par leur

front, ils dominent, et que, par places, ils semblent bien recouvrir. Heureusement, à d'autres places, et particulièrement au-dessus même de l'hôtel (Pl. XXXII), une sorte de bouclier courbe de bancs tout-à-fait supérieurs, de Portlandien et Virgulien, formant comme un mur vertical en arrière du Crétacé, exclut visiblement la prolongation des bancs presque horizontaux du Cénomanien sous ceux de l'Oxfordien qui forme le sommet principal du petit dôme. Une autre vue prise de Grangasse, mais de quelques mètres plus à l'est que celle de la planche XXXII, montre bien, au premier plan (fig. 59), le toit anticlinal formé, là aussi, par les strates oxfordiennes.

Quant à l'anticlinal principal du Rancin, au lieu d'une progression dans le déversement, c'est un retour momentané à la normalité qu'il montre, à 500 m. à l'ouest, et c'est le Callovien qui vient, en pendage normal vers le sud, plonger derrière le Cénomanien des Savéous ; il est vrai que le Bajocien ne tarde pas à reparaître au fur et à mesure que s'abaisse l'axe sous l'influence du synclinal nord-sud qui a donné naissance à la Siagne ; et dès lors c'est aussi le Bajocien qu'on voit remonter rapidement dans la gorge du Thiey, dominant le Crétacé de la lèvre inférieure du synclinal, mais se montrant aussi, vers son début, flanqué de tout un paquet de Crétacé désigné par M. Zürcher comme tout à fait supérieur, ce qui justifierait bien son apparence de placard collé contre un mur, plutôt que de bavure débordant d'un plan de glissement[1].

Fig. 60. — Le sommet du Thiey vu du sommet de La Colle d'Escragnolles.

Ici une question se pose. Pourquoi donc ce synclinal, si étroit là haut, dans la gorge du Thiey (fig. 60), se montre-t-il, en s'abaissant sous Escragnolles, large au point de se bifurquer et s'étager en deux, séparés par un chapelet de petits dômes, dont ceux de Grangasse et Conrouan ne sont que les premiers, et ceux de Courgenouil (inscription *les Galants* de l'État-Major), et des Rouguières, déjà vu, la suite ?

1. Voir dans la notice annexe sur la Tectonique des Préalpes maritimes, la série de coupes donnant le détail précis des allures du pli, dans sa marche vers l'est, à partir du Beiral.

La raison du changement d'allure est évidemment la même que celle qui a séparé orographiquement le massif du Thiey de la chaîne d'Escragnolles : l'intervention perpendiculaire du synclinal de la Siagne. Quant au dédoublement, peut-être faudrait-il y voir l'influence d'un mouvement venu du Vallon de Nans lui-même, par une petite coupure qu'utilise, derrière la Chapelle de Saint-Martin, le vieux chemin des gorges de Siagne, seule route, en 1815, d'Antibes à Paris. Une languette néocomienne qui, du ravin, monte obliquement vers la chapelle, entre deux murs surplombants de Calcaire blanc, ne semble pas de simple cause locale, mais plutôt en rapport avec un décrochement que montre un peu plus haut (fig. 61) le litage du Néocomien. Cependant M. Guébhard n'a pu arriver encore à ce sujet à une certitude ; il a pensé pourtant qu'il valait mieux signaler ce détail que l'omettre, et voir là un problème à résoudre, plutôt qu'une preuve de transgression néocomienne, tirée de ce que certains bancs (qui ne sont même pas les plus superficiels) du Jurassique, étant criblés de trous, auraient été rongés par les Pholades d'un ancien rivage, alors qu'ils l'ont été seulement par les eaux qui ont dissous les moules de grandes Nérinées, visibles, ailleurs, en pleine pâte, dans la pierre voisine.

Fig. 61. — Décrochement du ravin Saint-Martin de Bail.

Toutes ces observations se font en descendant de la crête de Grangasse, prolongée orographiquement à l'est par un amas de brèche agglomérée et durcie qui, plus loin, forme encore toute une éminence avec des apparences de stratification, témoignant des alternatives d'apports de matériaux ou d'évaporation des eaux incrustantes, ouvrières de la cimentation. De vrais rideaux de cette brèche recouvrant les pentes cénomaniennes au-dessus du hameau de Bail, y attestent la permanence du démantèlement qui se produit sur le théâtre de tous les mouvements que nous avons analysés.

Escragnolles a Saint-Vallier. — Le rendez-vous des voitures est au tournant même de la Collette [1] d'où s'aperçoivent dans les barres que va contourner la route, au-dessus des ravins qui domi-

1. Un tumulus, à côté, a livré à M. M. Chiris, un important mobilier néolithique et un crâne trépané. Broch. pet. in-8°, 10 p., 1 pl. Draguignan, 1889.

nent eux-mêmes les sources de la Siagne (fig. 62), les ouvertures de quelques-unes des huit grottes qui, sur le pourtour de ces formidables abrupts, attestent la variété des efforts de plissement qui ont agi en ce point [1].

Il faut 4 km. de contours pour atteindre, au-dessus des dernières de ces grottes, le promontoire de la Roche Coupée, au travers duquel la route n'a pu s'ouvrir un passage que par une large entaille dans le flanc inférieur du synclinal du Thiey qui, un peu auparavant, à partir du pont des Amphons, montre admirablement, sur le plat fortement relevé de ses bancs, les gradations insensibles par lesquelles le Portlandien passe au Néocomien.

Fig. 62. — Vue des sources de la Siagne.

Les tranches rompues des bancs jurassiques forment le versant sud de la montagne des Listes, où la route descend jusqu'à l'Infralias, près du km. 23 [2]. Mais presque tout de suite, et quoique l'on continue à descendre, reparaissent les Dolomies et le Bajocien, qu'une retombée de voûte, évidemment, fait descendre plus vite que la route. En effet, pour peu qu'on réfléchisse à l'énorme dénivellation, de plus de 800 m., qui sépare le sommet portlandien des Listes du fond bajocien du Vallon, il est impossible d'expliquer cela par une coupe simple du Jurassique, qui, même avec adjonction de l'Infralias, n'arriverait jamais à donner, d'après ce qu'on

1. La plupart de ces grottes ont fourni à la géologie préhistorique de nombreux documents, et comme il est certain que les fouilles de MM. Rivière et Bottin (*A. F. A. S.*, IX, p. 622, 1880; XVII, p. 201, pl. X, 1888), d'abord, puis de M. Marcellin Chiris (*Ann. Soc. L. Sc. et A. des A.-M.*, VII, p 249-260, pl. XIV-XIX. 1883), ne les ont point épuisées, elles méritent d'être, à ce point de vue, signalées.

2. C'est juste en dessous que l'écroulement en masse de toute une barre de dolomies sur les argiles de la boutonnière infraliasique produisit, dit-on, au commencement du siècle, un bruit qui s'entendit jusqu'à Toulon.

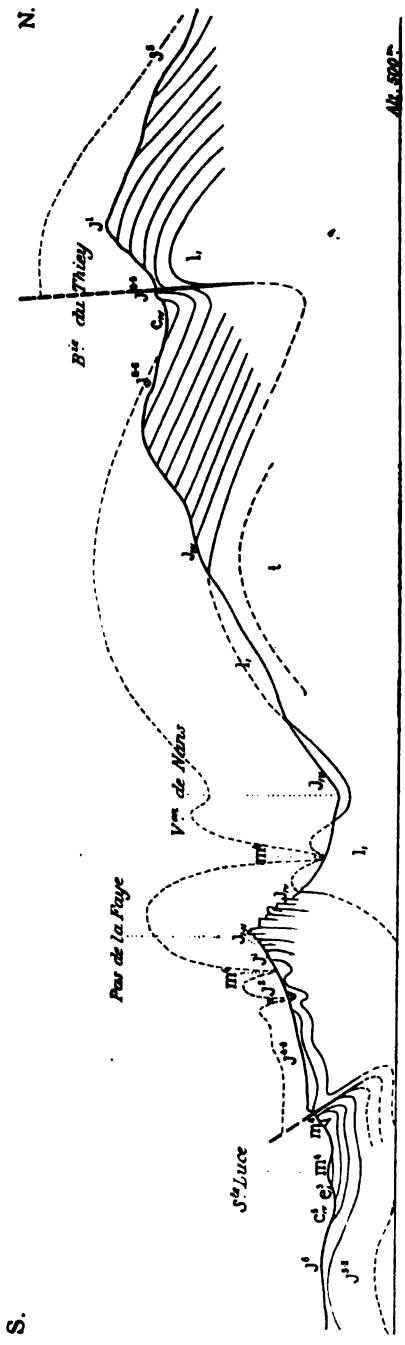


Fig. 63. — Coupe par le méridien de Sainte-Luce. — Echelle : 1/25.000.

peut voir ailleurs, et notamment ici près, dans la coupure des sources de la Siagne, plus de 350 à 400 m. de puissance totale.

Le Vallon de Nans, pli en M. — Tout ce flanc droit du Vallon de Nans représente donc à lui seul un anticlinal [1], dont la retombée se faisait suivant l'axe même du vallon, où, violemment pressée, en synclinal aigu, contre la retombée opposée de l'anticlinal suivant, dont on voit, de l'autre côté, le flanc sud seul subsistant, elle s'est, avec l'autre, complètement émiettée, et, par sa disparition, a créé, à la place du synclinal moyen de cette sorte d'M dont ne subsistent que les jambages extrêmes (voir fig. 63). l'énorme vallée d'érosion qui, limitée orographiquement à l'est par le contournement de son thalweg au nord, va nous montrer, de ce côté, en coupe naturelle, la justification de cette manière de voir, en même temps que la confirmation des importantes remarques faites la journée précédente à la montée de Ferrier.

C'est en effet le Col de

1. La coupe de la figure 63 le montre même affecté inférieurement d'un petit synclinal supplémentaire, rendu nécessaire par les inclinaisons relatives des bancs relevées au fond du vallon.

Ferrier qui se voit au fond (Pl. XXIII), entre le monticule des carrières, au pied duquel la route de Thorenc trace une ligne de niveau, et le sommet du Mortier qui, vu d'ici, montre très nettement l'incurvation en gouttière des gros bancs de Portlandien que nous avions vus, de l'autre côté, au km. 25 de la route de Thorenc, venir s'appliquer directement sur la voussure bathonienne marquée par le petit puisard.

Cette voûte se dessine ici, complète, sur ses piliers noirs de dolomie, dont on voit l'un redescendre, bien en dessous de la route, jusqu'au fond de la vallée, tandis que l'autre, retombant au sud, forme, au col même que traverse la route, des alignements de bancs verticaux de dalles déchiquetées qui font l'étonnement du passant (fig. 64). Et à l'endroit même où s'enfonce le pilier septentrional, dans la ligne par conséquent où sont venus se heurter l'un contre l'autre, en s'accolant comme les pages d'un livre qu'on refermerait le dos en bas, les deux flancs verticaux du synclinal médian de l'M. à moitié démolis déjà auparavant, ou décortiqués avant d'arriver au contact, mais offrant, au fond de cette fente géante, un réceptacle naturel au résidu des dislocations supérieures, on voit, en plein Infralias, un lambeau de ce même poudingue tertiaire dont aucune nappe, en dehors de Saint-Vallier, ne se peut observer dans toute la région, tandis que, par centaines, ses lambeaux isolés marquent les points où ont subi quelque accident axial des synclinaux aussi visiblement constatables que celui qui nous montre, ici, au haut du Mortier, son arc concave de Portlandien.

Pourquoi cet arc est-il brusquement interrompu? Pourquoi s'est-il formé à ses pieds un creusement de 150 mètres de profondeur, où viennent converger en V aigu les nappes inférieures, bathonienne et bajocienne, de ce synclinal dont on aperçoit tout là haut, régulière et modérée, la courbure portlandienne? N'est-ce pas par la fermeture brutale de ce V que les couches supérieures, comme expulsées, sont venues, ainsi que nous l'avons vu, chevaucher sur la tête anticlinale de celles des couches inférieures qui, plus résistantes, s'étaient élevées en laissant en arrière les autres? N'y aurait-il pas eu, de plus, une brusque chute de l'axe synclinal lui-même, sous l'influence du pli perpendiculaire de la Baisse de Barlet (point 1182), dont la prolongation au sud aurait donné naissance, sur l'autre flanc de la montagne, à Castela, à la petite branche du synclinal cruciforme de Saint-Vallier?

Toujours est-il, — l'orographie elle-même le prouve, — qu'il y a certainement eu ici quelque grand accident, que, malheureusement, sa grandeur même, à cause des immenses suppressions

qu'elle a produites, rend bien difficile à préciser davantage. A noter, cependant, que si l'on compare la section anticlinale très droite que donnerait la montagne des Listes, avec la section très surbaissée que montrent, en dessous de la route de Thorenc, les bancs du Collet de Ferrier, il semble bien difficile de les pouvoir raccorder sans l'intermédiaire de l'accident transversal, issu de Barlet, dont nous émettions précisément l'hypothèse.

Et puisque nous venons de reporter les yeux sur Ferrier, est-il possible qu'un doute quelconque subsiste d'ici (Pl. XXII), et plus tard, surtout, du km. 27 (fig. 64), sur la réalité de ce *crochet* supé-

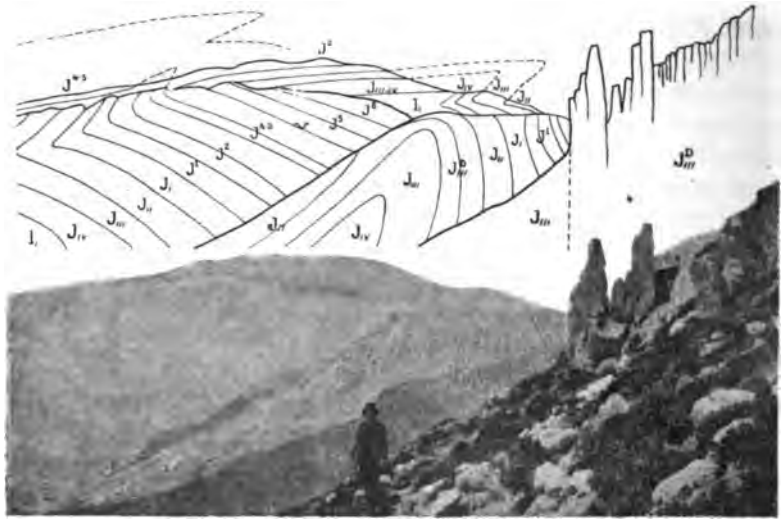


Fig. 64. — Les *crochets* de Ferrier et de La Malle, en arrière de la voûte du Dos-de-l'Ane, vus du Pas de La Faye.

rieur des couches, qui, après être remontées au nord par la pente assez douce des carrières, brusquement se redressent et se renversent au sud, offrant, par leur face inférieure mise à nu et regardant au nord, un obstacle infranchi à la tentative de chevauchement, plutôt vertical et nullement horizontal, des bancs inférieurs, arrêtés derrière et relégués de plus en plus en contrebas par une rapide chute d'axe ?

Remarquons aussi, une fois de plus, l'identité d'aspect (qui s'accentuera encore à la montée de la Faye) entre le crochet de Ferrier, pourtant de Jurassique supérieur, et le crochet de La Malle, visible plus loin, tout de Jurassique inférieur. Remarquons

combien différentes se montreraient, à Ferrier et au Thiey, les deux nappes constituantes du grand « chevauchement graduel » de M. Zürcher. Remarquons, en passant au km. 25, que c'est du Bajocien que nous recoupons, indice de retombée anticlinale, et non, comme le porte la Feuille de Nice, du Trias, indice de noyau axial : celui-ci ne se montre que plus loin, sur la route, au-dessous d'une ancienne exploitation de gypse, ou dans le lit, descendant du nord, du haut vallon de Nans. Notons, après avoir dépassé l'auberge et entamé, après le pont, la montée de la Faye, la large courbure synclinale que dessine, à travers les éboulis du Mortier, au voisinage du km. 27, une assise bathonienne. Enfin, avant d'arriver au plus haut, regardons à l'ouest, d'un peu plus près que de Ferrier, surgir de la pente d'éboulis qui descend de la crête à pic, d'énormes fragments courbes de la voûte, ici ruinée, mais, à l'est, dressant intact son grand arc de parabole en dessous du Mortier (Pl. XXIII et fig. 65).

Fig. 65. — Restes de la voûte effondrée de Nans.

Le Pas de la Faye ; vues tectoniques. — Le temps fait défaut, en arrivant au Pas de la Faye, pour aller voir sur le chemin de chèvres qui longe le flanc nord de la montagne, se dessiner réellement au-dessus des éboulis, ces sortes de contours en arceaux accrochés aux petits lambeaux de Poudingue alignés près de la crête [1], dont les tracés, directement copiés sur la nature, ont provoqué l'étonnement d'un savant confrère [2].

Mais il est impossible de quitter ce belvédère naturel sans jeter un coup d'œil d'ensemble sur la région qu'il domine. Tandis qu'à l'est, suivant qu'on regarde d'en deçà ou d'au delà du col, on a, en dessous du vieux camp de Saint-Hubert [3], la belle coupe natu-

1. La conservation de ces lambeaux, dans des positions particulièrement exposées aux agents d'érosion, ne plaide-t-elle pas contre leur assimilation à des simples restes de nappe disparue ?

2. Voir plus loin la note de M. G.-F. Dollfus.

3. Près de là M. Bottin a exhumé de nombreux restes préhistoriques. *Ann. Soc. L. Sc. et A. des A.-M.*, VIII, p. 162, pl. X, 188a.

relle du Dos de l'Ane (Pl. XXII), ou, plus haut, sur l'horizon, les crochets de La Malle et de Ferrier (fig. 66); et qu'au nord et à l'ouest on revoit d'un seul coup d'œil tout le chemin parcouru, depuis la Collette d'Escragnolles ; c'est, au sud, à 1000 mètres au-dessous de notre observatoire, le panorama immense des rives bleues de la *Riviera*, dominées par ce palier avancé des *Préalpes maritimes* que, par ironie sans doute, la carte dénomme *Plaine* de Saint-Vallier ; plaine singulièrement mouvementée et pierreuse, s'il en fut ; sèche carcasse jurassique, où mettent à peine quelque verdure sylvestre les dolomies, tandis que seules fournissent des terres arables et des sources les bandes de synclinaux crétacés ou les boutonnières anticlinales d'Infralias.

Fig. 66. — Les *crochets* de Ferrier et de La Malle vus de la crête à l'ouest du Pas de la Faye.

Heureusement, la nature y a multiplié les accidents et rien n'y respire la monotonie. A nos pieds, entre le synclinal principal de Saint-Vallier et celui de Mauvans, trois autres, relevés au cours des premières recherches de M. Guébhard, allongent leurs axes. Et il est à croire que de nouvelles vérifications augmenteraient encore ce nombre et achèveraient de parfaire cette systématisation des contours, qui, loin d'être le résultat d'un *a priori* théorique, est si bien la marque *a posteriori* de la précision des levers, que son moindre défaut [1] peut être pris comme un indice sûr de la nécessité d'observations nouvelles et de la rectification de quelque erreur de premier examen [2].

1. Voir la note annexe : Tectonique des Préalpes Maritimes.

2. C'est ainsi que M. Guébhard, au cours des revisions personnelles qui constituent son constant souci, a vu peu à peu rentrer dans la systématisation commune presque tous les coins difficiles où il avait pu éprouver quelques hésitations ; tel Casteou d'Infer ; tels, hors de la Feuille de Nice

Descente sur Saint-Vallier; quatre synclinaux. — A regarder la pente aride que va descendre la route en un long lacet de cinq kilomètres, il semble qu'elle ne représente que le simple flanc sud de l'anticlinal de La Faye allant rejoindre le synclinal de Saint-Vallier, qu'on voit, du reste, faire au devant la moitié du chemin et remonter, du dessous du Puas, où nous l'avions vu à moins de 700 mètres, jusqu'à la Colle (point 897, Bastide Théas) au-dessous de l'extrême tournant de la route. Or, si, sur cet espace restreint, la carte de M. Guébhard a essayé de figurer trois synclinaux, c'en est quatre bien comptés qui vont être montrés rien que sur le bord de la route.

Une certaine attention est toutefois nécessaire, les deux supérieurs n'ayant été révélés d'abord que par l'alignement de lambeaux récents laissés par eux, les uns à cheval sur la crête, les autres à quelque distance en-dessous, avec cette particularité que l'un de ces derniers a gardé trace, dans son encadrement d'Oxfordien, non seulement du Jurassique le plus supérieur, mais encore du Cénomanien et Néocomien, grâce à quoi se peut maintenir, près d'un vieux cabanon ruiné, l'unique arbre qui fasse saillie sur toute cette pente désolée. Songera-t-on à appliquer simultanément à ce Crétacé, à ce Portlandien, à ce Virgulien, une théorie spéciale de trangressions coïncidentes ? Et, si on ne le fait pas, pourquoi refuser le même bénéfice aux lambeaux pontiens, analogues et voisins ? [1].

[*Bull. Soc. ét. scient. de Draguignan*, XXIII, p. 465, 1900], les environs de Saint-Marcellin de Mons (Var). Tels enfin, parmi les exemples vus au cours de l'excursion, celui de Barlet, où M. Guébhard, dominé jadis par l'idée de continuité d'une nappe recouvrante, du Thiey à Ferrier, avait fini, en l'absence de fossiles et sur une réelle similitude de pâte (voir la note sur le Jurassique des Préalpes Maritimes), par interpréter comme Bathonien de la nappe supérieure certains bancs du bord du sentier, qu'il a, depuis, indiscutablement reconnus comme Oxfordien de la nappe inférieure. Il en sera de même partout où quelques différences pourront être remarquées entre les contours de la carte en couleurs du Congrès et les contours nouveaux, partiellement révisés. Peut-on s'étonner, après cela, du crédit accordé par l'auteur à une méthode qui, tout en le conduisant à la découverte de faits qui semblent avoir échappé à d'autres, lui a permis ensuite de découvrir ses propres fautes aussi facilement que celles d'autrui ?

1. Il faut pourtant dire (n'est-ce pas faire acte de loyauté que de fournir aux contradicteurs un argument que, vraisemblablement, ils n'auraient, de si tôt, découvert ?) qu'au sujet de l'un des lambeaux supérieurs, les notes de M. Guébhard, à la date du 17 juin 1894, mentionnent le fait, non contrôlé depuis, de l'adhérence *directe* du ciment quartzeux du poudingue à galets jurassiques et crétacés sur la *tranche* des bancs calloviens presque verti-

Un troisième synclinal, répondant à une large ondulation inférieure de la nappe descendante, était mis en évidence par la belle série de courbes en ovales allongés, dont les sommets alignés vers le haut de Castela, montraient de fort loin, de Saint-Vallier même (Pl. XXI, B), les affleurements réguliers d'une série d'écailles concaves régulièrement imbriquées.

Quant au quatrième, vaguement soupçonné à la descente du lambeau crétacé du Puet, il ne fut confirmé que par le profil de la fig. 67 aperçu, de l'autre côté de la Siagne, du hameau des Rouyères; puis, ultérieurement, comme tous les autres, par un examen plus minutieux des tranchées de la route.

Fig. 67. — Crête du Puet à La Colle vue de Rouyère.

Le col de la Faye même est dans des dolomies à poches sableuses, au devant desquelles se trouvent, verticaux toujours, les bancs à *Rhynchonella decorata*, si vite suivis de l'Oxfordien, qu'un étirement du Callovien et des dolomies supra-bathoniennes est ici de toute évidence. Tous montrent leurs plats relevés, à peine plongeants vers le sud, jusque en face le km. 29, un peu moins de 200 m. en dessous du col et de la plaque d'altitude 981, où apparaît un double pli aigu en N qui, repéré sur le plan, se montre juste dans l'alignement des trois lambeaux les plus voisins de la crête [1]. Pendant 300 m. on suit le flanc inférieur légèrement déversé de cet anticlinal miniature, qui, après avoir laissé paraître la tranche fossilifère du banc glauconieux de l'Oxfordien, remontre une sec-

caux. Mais, en même temps, est signalé un *repli* des couches, à cette place. Et, un peu plus loin, sous le sommet du Puet, ce sont des bancs entiers de Portlandien blanc et de Virgulien à silex qui semblent occuper la même position discordante. Peut-on vraiment traiter comme du jeune Miocène toutes ces vieilles couches ?

1. Récemment d'autres lambeaux ont été observés, continuant la ligne, à l'est, jusqu'en dessous du Mortier, dans la direction du chevauchement, précédemment constaté, du Bathonien par le Portlandien.

tion nette, à laquelle presque aussitôt succèdent (fig. 68) de grands miroirs jaunes polis, admirablement recourbés en une rigole sans fissure formant caniveau. Certes les conditions requises pour produire des courbures de si faible rayon ne sont pas communes ; mais elles ne sont pas non plus absolument exceptionnelles [1] puisque nous en avons déjà eu, sur la route de Ferrier, un remarquable exemple : et il importe de le noter, en réponse à l'argument qu'a tiré M. G.-F. Dollfus de la friabilité des bancs jurassiques pour rejeter certaines interprétations qui semblent reposer, plus qu'elles ne reposent réellement, sur l'élasticité de ces bancs.

Fig. 68. — Bancs oxfordiens courbés en caniveau au bord de la route 85.

Tout dépend évidemment des circonstances, car, à quelques mètres de ce synclinal si régulièrement ployé, nous voyons un anticlinal marqué par une franche ligne de fracture. Nous retrouverons cependant celui-ci bien entier au km. 29,87, puis à cause des ondulations de la route, au km. 30.2, où il est tôt suivi d'un synclinal aussi aigu que tous les précédents, formant, à l'ouest une *Graou* nue (champ de pierres) en dessous du lambeau crétacé, correspondant au synclinal précédent.

Par une large courbe, la route traverse encore un anticlinal très surbaissé ; mais, arrivée au tournant de la Colle, elle se retrouve en plein synclinal, entre les bancs séquaniens verticaux où a été incrustée la plaque d'altitude, et les bancs horizontaux dont la presque immédiate retombée à angle droit vers le sud va donner passage au prolongement remontant du synclinal de Saint-Vallier, liseré de Crétacé en contrebas du Calcaire blanc et prêt à infléchir vers le nord-ouest et vers en bas ses longs bancs de Poudingue, pour la traversée du synclinal perpendiculaire de la Siagne.

Voilà donc vérifiés les quatre plis que révèle la section naturelle de la figure 67. Simples plissottements, si l'on veut, et peut-être sans grande profondeur, mais dont le rôle hydrologique peut seul expliquer le jaillissement, au pied de cette montagne, qui n'a pu servir à elle seule de bassin d'alimentation, de l'importante source

1. Voir A. Guébhard : Un curieux exemple de flexibilité du marbre. *La Nature*, n° 430, 1881.

de Saint-Jean de Siagne, que la tradition populaire fait venir du côté de La Malle, où nous avons vu qu'effectivement se dirigeait, par la Marbrière, un des synclinaux issus du remarquable centre de plissements de Castela, en continuité probable avec un de ceux que nous venons de relever.

Car c'est vers ce même centre que doivent converger encore les rides de la nappe occidentale, dont la dernière est mise en évidence, au-dessous du tournant, par le mouvement de la route qui fait que celle-ci, quoique toujours descendante, remonte du Séquanien au Portlandien, avant de retrouver, au km. 32, le Virgulien siliceux, qui, lui-même, à partir de là, pour redevenir, de flanc normal inférieur de synclinal large, flanc supérieur discontinu de synclinal bientôt déversé, contorsionne ses bancs jusqu'à les amener, d'un mouvement dont nous aurons bientôt un exemple plus topique sous les yeux, à la presque verticalité, avec apparence de direction nord-sud, sous l'éminence, ancien poste fortifié, de Camp Carbonel.

Barre des Aréniers ; accidents marginaux. — Passé ce point, le changement de pente de la route coïncidant avec la réapparition de bancs de plus en plus inférieurs, puis à un retour inverse, montre bien qu'on traverse, près de la plaque d'altitude 805, la dernière ondulation anticlinale, dont l'ourlet, rompu au-dessus du synclinal tertiaire, fait dominer par les bancs presque horizontaux du Séquanien (Pl. XXI, B) et peut-être un peu chevaucher souterrainement par le flanc inverse incliné à 45° (fig. 69) les énormes bancs, renversés eux-mêmes sous cette inclinaison, du grès nummulitique, dont les poches exploitées pour sable ont fait donner au quartier le nom de Barre des Aréniers [1].

Mais cet ourlet ne s'est pas déchiré sans subir, sur son bord, de petites fronces. Trois cents mètres avant la borne 33, près d'un des rares gisements d'Ammonites qu'offre par ici le Séquanien, les géologues, après avoir, au coin sud-ouest du mur de la parcelle 506, à l'amorce d'une vague piste de sentier, récolté en quelques instants plusieurs assez bons échantillons (*Perisphinctes subfascicularis* d'Orb., *P. discobolus* Font., *P. prænuntians* Font., *Haploceras subclimatum* Font., *Aspidoceras altenense* d'Orb., etc.), remarquent la superposition immédiate à ce banc d'un autre tout pétri de Térébratules et Rhynchonelles, qui représente le passage du Séquanien au Virgulien. Or, tout de suite au-dessus de ce dernier,

1. Et non « des Araignées » comme il est inscrit au cadastre de Draguignan, en un cas minéralogique analogue.

dans une brève encoche formée par un brusque repli synclinal, apparaît un gros paquet de calcaire blanc, à noyau bréchoïde, évidente ébauche, moins accentuée, mais absolument semblable, d'un de ces lambeaux qui, plus exagérés, paraissent si difficiles à concevoir. N'est-ce pas à leur genèse que nous assistons, et la réduction infinitésimale de deux étages du Jurassique, entre la Brèche, témoin des avant-derniers grands mouvements, et le Séquanien, à peine mouvementé, ne crée-t-elle pas une présomption en faveur de la possibilité de disparitions plus grandes, sous de plus grands efforts? D'ailleurs la cause qui a décortiqué toute la grande nappe jusqu'au Séquanien, a dû agir dans des conditions spéciales sur la petite ride, au point de chute de l'axe sur le nord de l'ourlet déversé. Et puis la fronce marginale devait être bien serrée latéralement, et bien près de la fermeture complète de son V, telle que l'invoque la théorie; car, tout de suite, après deux cents mètres de courbure anticlinale du banc à Térébratules, voici, au km. 33, dans une autre encoche, un autre lambeau, de calcaire à silex, celui-là, mais si bien trituré que les cantonniers

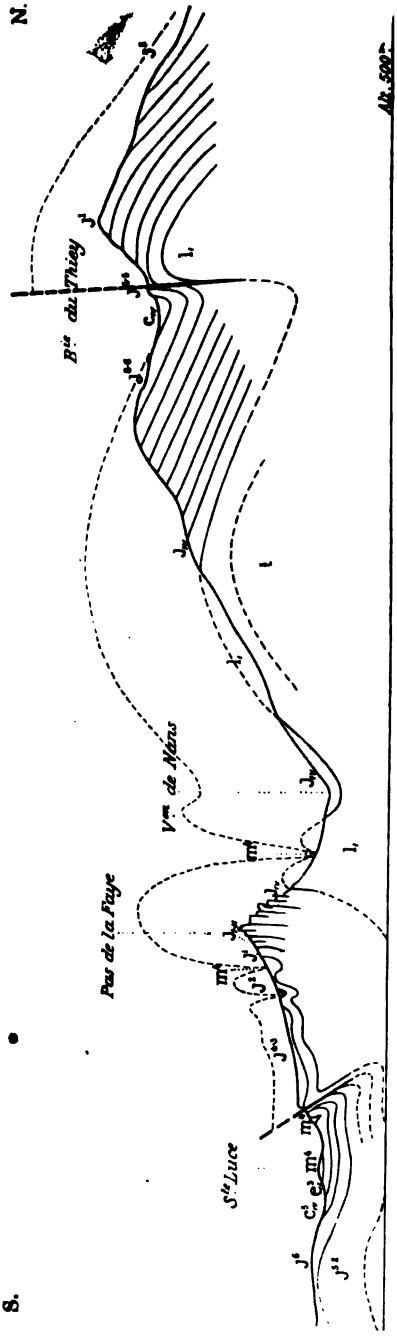


Fig. 69. — Coupe du Thiey à Saint-Vallier par le méridien de Sainte-Luce. — Echelle : 1/25.000.

n'ont qu'à y prendre à la pelle pour en faire emploi. Amas d'éboulis, dira-t-on; dépôt de pentes, brèche récente! Aucune de ces appellations ne saurait tenir à l'examen des lieux et de la chose, car il n'y a pas trace, dans les environs, de quoi que ce soit pouvant justifier une brèche d'apport, et pas trace, dans cette brèche, de rien d'hétérogène, d'étranger au banc virgulien, concassé puis amalgamé sur place. Et enfin, entre lui et les bancs voisins, nettement oxfordiens, il n'y a presque plus trace de tout le Séquanien.

Fig. 70. — Angle anticlinal de Castela, vu de l'est.

Et combien singulière aussi est l'allure de ces bancs oxfordiens! De presque horizontaux qu'ils étaient, et faiblement plongeants à l'ouest, les voici, après quelques pas, devenus verticaux, puis même un peu déversés vers le sud, en se détachant par une subite cassure angulaire (fig. 70) des nappes doucement descendues du nord, et créant ainsi le type d'anticlinal légèrement déversé qui borde au nord tout le long synclinal de Saint-Vallier. A un autre point de vue, c'est la reconstitution oxfordienne, après une dernière fronce, de l'ourlet séquanien dont la rupture, tout près de là, formait barre au-dessus du Tertiaire.

Fig. 71. — Angle anticlinal de Castela, vu de l'ouest.

La cassure, en s'élevant, s'est atténuée en sa brusquerie, et arrondie en voussure continue, qui, en se contournant vers le nord (Pl. XXI, B; fig. 71); s'entrebâille et laisse paraître, telles les écailles internes d'un bulbe d'oignon éraflé (fig. 72), les imbrications à courbure sphérique d'un noyau tendant à saillir.

Castela ; écornure d'angle anticlinal. — C'est que nous sommes ici au point d'intersection du grand synclinal est-ouest avec le synclinal nord-sud, ou plutôt avec la branche occidentale du faisceau de plis descendu de Castela [1]. L'ourlet, dorénavant, remontant au nord, se rompra de nouveau, et se verra dominant d'une petite barre de bancs oxfordiens le Nummulitique étendu à ses pieds. Mais ce ne sera que l'apparence d'un recouvrement, car, tout au long de la discontinuité, des réapparitions soit de Crétacé, soit de Calcaire blanc, ou même de poudingue infra-nummulitique montrent bien qu'il ne s'agit que de la disparition, par rupture, du raccord des deux nappes jurassiques dénivelées, et de réels étirements verticaux, plutôt que de problématiques raccordements horizontaux.

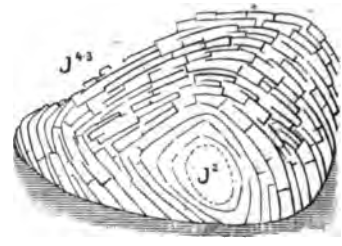


Fig. 72. — Schéma de l'écornure d'angle anticlinal de Castela.

L'accident schématisé dans la figure 72, en éclaire d'autres et on ne pourra plus s'étonner qu'en certains endroits, où se croisent sous des angles encore plus aigus, des synclinaux encore plus importants, se soit exagérée cette sorte d'écornure d'angle anticlinal et de projection du noyau interne, jusqu'à amener au-dessus du terrain de remplissage synclinal quelqu'autre beaucoup plus ancien. C'est ce qu'on observe notamment à un second croisement crucial que subit le prolongement du synclinal de Saint-Vallier, au nord de Mons (Var), avec l'important synclinal qui réunit cette localité à la patte d'oie de Clars. A chacun des angles anticlinaux saillants se montre tantôt l'Infralias, tantôt même le Trias gypseux et cela paraît tout naturel et *logique* dans des tracés comme ceux qu'avait adoptés déjà M. Guébhard avant ses dernières

1. En réalité (voir les coupes) il s'agit plutôt d'un contournement à angle droit du pli de Castela, qui, parfaitement continu, va former tout le long de la Barre des Aréniers, un synclinal déversé parallèle au synclinal principal dont l'axe suit le propre sommet de la colline de Sainte-Luce, expliquant la présence, là, du puits sur lequel a été élevée la chapelle.

revisions [1] pour la carte au 1/50.000 de son *Esquisse géologique de la commune de Mons (Var)* [2].

Avant de regagner à pied Saint-Vallier tout voisin, l'on constate encore (voir la carte, fig. 28) l'interruption du Nummulitique par une bande de Cénomanien, marque d'un des plissottements intérieurs du faisceau de Castela ; puis, en arrivant sous de grandes parois verticales de Calcaire blanc, le recourbement falciforme de ce long cap anticlinal dont la saillie en U renversé sépare du Crétacé resté à ses pieds un golfe à fond relevé, garni de Gault à Echinides, communiquant avec la nappe du dessous de la route par un mince détroit bordé de Néocomien, qu'on voit, en placage vertical, sur la pointe du cap jurassique suivant, depuis l'amorce du raccourci de la Faye, jusqu'auprès de la plaque d'altitude 745.

A quelques pas en dessous de celle-ci se revoit, dans le ruisseau, une languette de Poudingue, puis un passage de Cénomanien, tandis que le Gault, marno-sableux et peu fossilifère, garnit tout le petit golfe au fond duquel s'élève un joli bastidon. Ce golfe n'est d'ailleurs que l'avant-dernier de ceux qui accentuent le déchiquètement de la bordure jurassique, car un dernier se cache de l'autre côté du profond ravin de la Combe, mais si atténué que son existence aurait certainement passé inaperçue sans l'absolue nécessité qui s'impose d'y recourir pour comprendre l'extraordinaire allure des bancs verticaux qui forment la paroi gauche du ravin, à sa traversée par le pont de la route, orientés là de l'est à l'ouest, tandis qu'à quelques pas, dans le talus de l'amorce de la route de Thorenc, on les a pu voir, la veille, orientés presque nord-sud, et plus du tout droits, mais fortement inclinés.

1. La Feuille de Nice, qui n'en a tenu aucun compte, indique là une extension tout à fait injustifiée de la nappe tertiaire au détriment du Crétacé, dont se voient pourtant, de loin, à l'est de l'Aubarède, les larges terminaisons périsynclinales remontantes, offrant de riches récoltes de fossiles du Gault, ainsi d'ailleurs que l'étroite branche qui se dirige au nord, vers le superbe gisement séquanien de la Colle de Mons. Il semble que tous ces tracés aient été subordonnés à l'idée de faire apparaître des recouvrements supposés.

2. *Bull. Soc. études scient. de Draguignan*, XX, p. 225-319, 2 pl., 1897.

Compte-rendu de la course du 8 Septembre

par M. A. GUÉBHARD.

(Planches XXXIII-XXXVIII)

De Saint-Vallier a Grasse. — Quittant définitivement Saint-Vallier à 7 heures du matin par la route de Grasse, les géologues suivent une chaussée qui, piquetée de toutes sortes de couleurs, prend, les jours de pluie, un air de véritable mosaïque, indice de la variété des roches voisines. Si le fond gris jaunâtre est celui des bancs les plus supérieurs du Jurassique, de nombreuses taches blanches attestent qu'on roule sur le Portlandien et incitent à chercher dans les tas de cailloux du bord de la route quelque *Terebratula formosa* ou *Rhynchonella Astieri* toute détachée. Par moments, de petites plages rose tendre rappellent une modification du calcaire blanc assez fréquente, mais généralement trop localisée pour que, même là où elle prend une certaine extension, comme au quartier de La Traye [1], elle ait jamais pu donner lieu à des exploitations bien suivies, malgré sa couleur rare qui la désigne pour les travaux de marbrerie fine.

Quel contraste avec le vert sombre des galets de Gault égarés sous le marteau du cantonnier ! Ceux-ci viennent de plus loin, dégringolés évidemment du gisement exploité l'avant-veille, ou de plus haut encore, car, si la route suit la lèvre inférieure du synclinal principal de Saint-Vallier, l'axe de celui-ci remonte bien loin du thalweg orographique, et on le voit, au haut du quartier d'Escourenchié, se terminer en pointe aiguë sous un déversement, devenu légèrement discontinu et presque chevauchant, de l'encadrement jurassique, brièvement refermé sur le Crétacé par la protubérance terminale de l'anticlinal, contre-partie du mouvement synclinal qu'on a vu, au début de la course du 6, s'élever du couchant par le ravin de La Gardette, sur la montagne de Paracou, pour fendre en deux le sommet déhiscent du dôme, et y creuser la combe infraliasique dont la bordure méridionale, de Bajocien en bancs presque verticaux, porte la ruine de la Chèvre d'Or [2].

En dessus semble s'arrêter l'ascension du synclinal de Saint-Vallier, mais en explorant ces parois rocheuses on ne tarderait pas à retrouver la persistante individualité de chacun des mouvements

1. Le corps principal et la vasque d'une des fontaines de Saint-Vallier en proviennent.

2. P. Sénequier. Saint-Vallier, p. 13, 8°, 85 p. Grasse, Crosnier, 1890.

interférents et la survivance horizontale de l'axe interrompu verticalement. Avant même la réapparition du Nummulitique, au nord-est du Bas-Arboin, une petite tache de Crétacé mélangé de poudingue forme jalon, tout semblable, à l'importance près comme discontinuité, aux jalons paradoxaux.

Entre deux, et toujours sur l'axe, on peut voir, par places, adhérant au roc jurassique, un enduit siliceux de petits grains de quartz hyalin, attribuable certainement à l'un ou l'autre des poudingues tertiaires, supérieur ou inférieur, et témoignant de l'ancienneté des rides ou de la variété des dénudations qui permirent ces transgressions incontestées. Mais il semble bien que les actions tectoniques, plus que les météoriques, y eurent part ; car un peu plus loin, à l'endroit où le ravin d'Arboin, sautant du Jurassique dans le Tertiaire, traverse une petite muraille d'argile hauterivienne à *Toxaster gibbus*, on voit celle-ci directement accolée à une autre muraille de poudingue compact infra-nummulitique, rempli de galets du Cénomanien, duquel il est bien peu vraisemblable que les masses dures aient pu être arrachées de cette place, si elles y avaient existé, par une cause qui aurait respecté l'argile molle néocomienne.

Arboin, centre éruptif, centre de plissements. — Notons que si ce point n'est guère qu'à 500 m. de la route, il faut, pour y aller, recouper, par deux fois, le Nummulitique, séparé en synclinaux distincts par un petit ressaut jurassique de part et d'autre duquel se ramassent quantité de Nummulites inférieures (c'est-à-dire, ici, du Lutécien supérieur, à *Nummulites Bellardii*, *N. Lucasi*, ou tout au plus, moyen, à *N. spissus*) et pas mal d'Echinides du Bartonien, relativement riche.

Au bord même de la route, à l'angle est du Parc Ricord (km. 36,8), une saillie momentanée, anticlinale, du calcaire à silex virgulien, correspond à cette bifidation synclinale, et M. Guébhard en profite pour exposer comment il a été amené très tardivement à voir en Arboin un centre de conjonction d'assez nombreux plis synclinaux, parmi lesquels doivent être comptés, outre celui de Saint-Vallier même, qui se continue bien au-delà, deux autres, vus le 6 septembre, celui du ravin de la Gardette, et celui de la grande discontinuité du Mortier achevant de délimiter au nord, le faux dôme du Paracou.

Les plis méridionaux de la convergence sont beaucoup moindres, mais on peut voir encore, au km. 37,3, la voûte anticlinale très surbaissée qui sépare l'arrivée de deux d'entr'eux. D'ailleurs le

centre commun de rencontre est marqué par un accident important, un épanchement de roche labradoritique, annoncé sur la route par les taches noires qui truffent bizarrement de sombre la claire polychromie des empierrements, et signalé à la vue, de loin, par le contraste, unique en la région, d'un bouquet de châtaigniers au milieu d'une chênaie ombrageant l'un des plus beaux points de vue qu'on puisse avoir sur la côte, celui du Col du Pilon [1].

Le Pilon et Lauteron. — Tout près, au sud, sur les confins d'un petit bois de pins occupant la dépression habituelle du Virgulien plus ou moins dolomitique, s'aperçoit le gisement où a été trouvée, à la place ordinaire de la *Rhynchonella trilobata*, la *Rh. Astieri* exceptionnellement bien conservée.

Au-dessus s'élève, haute et ronde, la montagne de Lauteron qui présente, dans son apparente simplicité, le problème tectonique le plus ardu. A l'aspect général on croirait une simple pustule bathonienne ayant porté le calcaire à *Rhynchonella decorata* à 200 m. au-dessus des Calcaires blancs du voisinage. L'observation d'un réseau complexe de lambeaux paradoxaux, depuis le sommet (835 m.) jusqu'à la base (500 m.), où se fit, le 5 septembre, l'arrêt de Fontfraye, avait conduit M. Guébhard à y voir une sorte d'*ombilic anticlinal*, contre-partie en relief du véritable *ombilic synclinal* dont la constatation marquera le terme des excursions préliminaires. Mais le fait lui paraît aujourd'hui encore moins simple, et une notice spéciale sera nécessaire pour en exposer, à défaut de solution sûre, au moins les données.

En longeant les premiers contours de la descente de Grasse, on se rend bien compte de l'enchevêtrement tectonique des profonds vallons que l'on domine, car on y voit, outre de nombreux emplacements d'accidents pontiens, la chute d'un long prolongement ininterrompu de la nappe des Calcaires blancs, qu'on n'a pas cessé pourtant de recouper en hauteur, avec quelques apparitions tantôt de Virgulien, tantôt de brèche ou de labradorite, jusqu'au débouché du raccourci de Grasse devant la bergerie Ferrand. Or, cette nappe, qui n'était, au Pilon, que l'écorce supérieure de toute la série jurassique au grand complet, se montre, là-bas, directement posée sur les bancs à *Rhynchonella decorata*, avec liseré de poudingue pontien et traces des étages subordonnés suffisantes pour exclure toute hypothèse de simple transgressivité.

1. Ainsi nommé à cause d'un ancien pilier votif qui, réédifié, il y a quelque cinquante ans, par les soins d'un curé du voisinage, fut gratifié, sur son chapiteau tout neuf, de la date 1177 ! — en souvenir, paraît-il, d'un passage du Saint patron.

Les Vallons. — La route, qui semblerait devoir fournir une coupe régulièrement descendante du Jurassique offre, à chaque pas, des surprises. A peine vient-on de traverser le Virgulien siliceux, qui, avec ses Encrines, présente, au km. 39, une ressemblance déconcertante avec l'Oxfordien, qu'on voit, à la hauteur du km. 39,4, une section brécheuse de synclinal, continuée au-dessous de la route par le moutonnement caractéristique des rocs portlandiens encadrant de gros bancs de poudingue miocène et de Nummulitique bartonien, le tout, dirigé vers le pont de l'Octroi de Grasse, où s'observe, dans des conditions tectoniques identiques, l'identique mouvement de couches, en accent circonflexe renversé, qui fut observé le premier jour, à la traversée du petit vallon de Clarette. La discontinuité est même, ici, encore plus accentuée : ce sont des bancs oxfordiens qui, à la tête nord du pont, se recourbent au sud en quart de circonférence vertical, en face des bancs bathoniens de l'autre rive, doucement plongeants vers le nord (fig. 73).

A cette répétition constante d'inflexions constantes au voisinage des accidents pontiens, n'est-il pas naturel de chercher une autre loi que celle des transgressivités de hasard ?

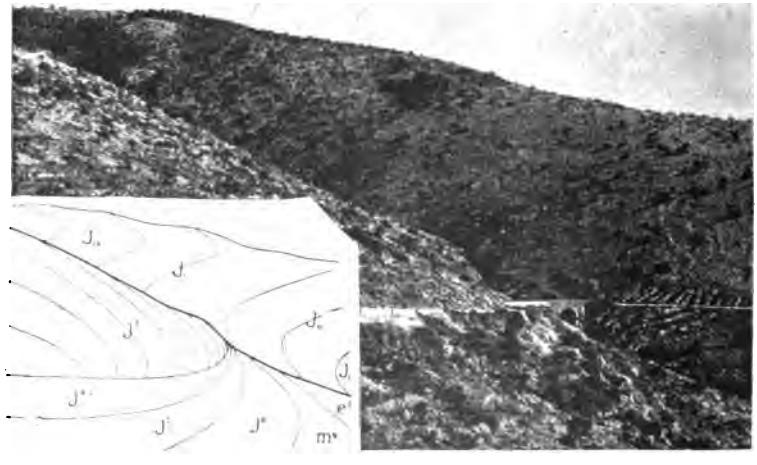


Fig. 73. — Mouvement des couches au Pont de l'Octroi, sur la route de Grasse.

Laissons au hasard, si nous n'osons en faire une cheminée de fracture, la petite tache de labradorite, visible à quelques mètres en dessous du km. 40, en plein calcaire à *Rhynchonella decorata.*

Mais, constatons, à cent mètres plus bas, la réapparition du Calcaire blanc, encastrant une poche de poudingue à galets nummulitiques. Après l'amorce toute dolomitique de la nouvelle route de La Malle, voici une nouvelle rencontre aiguë de deux arceaux anticlinaux sur une languette de brèche, prolongement remontant du gros banc, flanqué de Portlandien et dominé au nord par une belle voussure de Bathonien inférieur (fig. 74) que nous avons

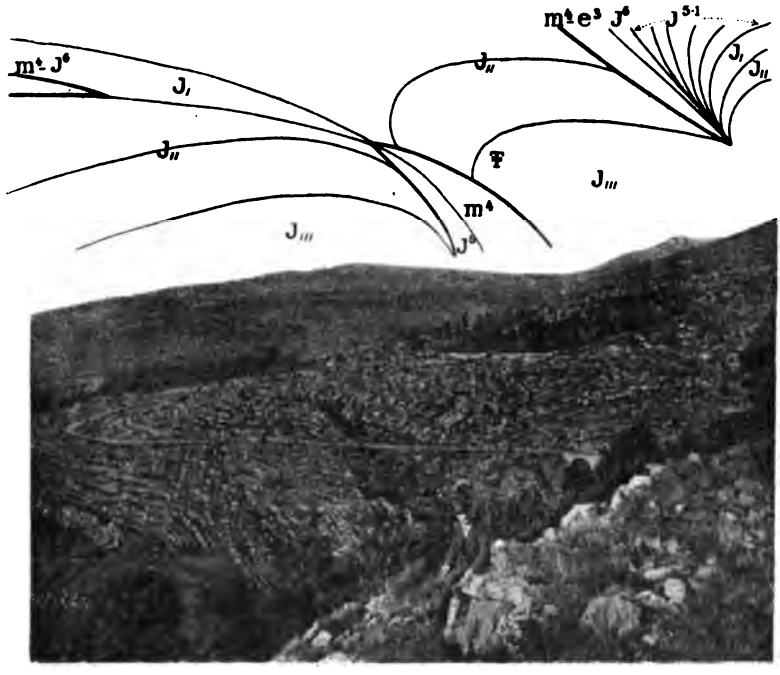


Fig. 74. — Accident du Gros Vallon, vu de la route nationale, km. 40,2.

antérieurement signalé comme continuant jusqu'ici, à travers le Parc Amic, le lambeau de Fontfraye ; on pourrait encore le voir continué à l'est, par le lambeau qui a fourni des puits aux bastides de Clarette et, presque aussitôt après, par la grande discontinuité qui amène l'Infralias au-dessus du Portlandien, et qui, de la Marbrière de Grasse, à travers la Sarrée, en s'atténuant peu à peu, va se jeter dans le synclinal de Gourdon par une sorte d'encoche latérale, dont la signification tectonique, peu apparente sur place, ne pouvait être reconnue que par cette longue poursuite systématique, plusieurs fois effectuée.

Enfin, au km. 40,8 une exploitation de calcaire bathonien montre la voussure dont la retombée avait été signalée, sur la route de Cabris, comme arrivant jusqu'au Petit Vallon de Clarette. Ensuite la route ne sort plus du Jurassique inférieur, dont elle recoupe les divers niveaux, tantôt calcaires, et presque toujours exploités, tantôt dolomitiques, et dessinant de longues files de roches tabulaires. Le Bajocien se retrouve, avec ses silex, avant d'arriver à l'embranchement de la route de Cabris, à partir d'où la descente se fait, rapide, dans l'Infralias et le Trias, traversés lentement en sens inverse le premier jour.

Grasse au Pré-du-Lac. — Passé Grasse, la route ondule, presque horizontale, jusqu'au Pré-du-Lac, embranchement de la route de Gourdon. Dieulafait a placé ce trajet presque tout à la limite de l'Infralias et du Trias (nous verrons tantôt par suite de quelle confusion) et, de son côté, la Feuille de Nice l'a noyé en pleine teinte du Trias ; malgré quoi M. Guébhard ne craint pas d'affirmer la réalité *vue* des ondulations marginales de la grande nappe du Jurassique inférieur, dont les fronces perpendiculaires et les déchiquetures consécutives sont incompatibles avec une simplicité de tracé aussi peu conforme à l'orographie locale qu'à la texture géologique.

De même en est-il de la vaste zone basse dont la richesse culturale, reposant les yeux de l'aridité des plateaux préalpins, est due à une variété d'accidentation que ne saurait rendre une teinte géologique uniforme. Certes il est encore bien des points obscurs quant aux équivalences stratigraphiques des subdivisions du Trias, insuffisamment étudiées jusqu'ici ; mais il y a des repères lithologiques qui permettent d'assurer la forme des contours, et des variations de pendages qui affirment l'existence de plis. Et puis, à défaut des lambeaux pontiens (qui, pourtant, même ici, parfois, se retrouvent) il y a des îlots d'Infralias ou de Calcaire à silex qui, très sûrement, marquent les directions synclinales. C'est sur le relevé de tous ces détails que M. Guébhard est arrivé à la notion d'un faisceau de plis irradié du coude du Loup, dont la figuration fournit au géographe autant qu'au géologue une image certainement plus ressemblante que la Feuille de Nice de ce triangle caractérisé de bas pays.

Le Pré-du-Lac ; coupe dans le Trias. — En arrivant au Pré-du-Lac, on verra bien l'inconvénient des figurations par trop simplifiées ; car, au lieu de bancs couchés d'une large nappe horizontale, affleurant en courbes de niveaux, ce sont des strates presque verti-

cales et très diversement mouvementées qu'on a sous les yeux. Avançons vers l'est sur la crête de roche blanche qui va nous offrir un superbe belvédère sur la vallée que dominent le Pic de Courmettes (1.249 m.) et, en arrière du village du Bar, l'abrupt de Gourdon.

A voir le délit prismatique de la pierre, on dirait la dolomie supérieure de l'Infralias et c'est bien pour telle que l'a prise Dieulafait. « L'Infralias dolomitique, dit-il, se montre en masses puissantes au bord de la route du Bar, à l'est du Pré-du-Lac ; mais les couches relevées jusqu'à la verticale attestent la violence des phénomènes géologiques dont ces lieux ont été le théâtre, en même temps qu'elles avertissent l'observateur de se tenir constamment sur ses gardes... » [1].

Sage recommandation qui, ici même, à défaut des indications pétrographiques fournies par la blancheur laiteuse des surfaces, par leur planéité simulant presque le poli, par leur régularité quasi-cristalline de clivage rhomboédrique, enfin par la finesse de pâte, à peine gréseuse et plus calcaire encore que dolomitique, eût dû suffire, à montrer stratigraphiquement, qu'on ne pouvait avoir à faire aux dolomies *supérieures* de l'Infralias.

Si l'on regarde, en effet, à droite ou à gauche, on voit l'arête encastrée de part et d'autre dans des bancs de gypse aux couleurs variées. Or, en supposant même que ce gypse n'ait pas formé, à un moment donné du dépôt du Trias, une nappe parfaitement continue, au lieu de « lentilles » comme on a l'habitude de dire, il est, en tout cas, certain qu'il correspond à l'extrême base de la partie supérieure du Trias. Ce qui le touche ne saurait donc être encore que du Trias supérieur ou de l'Infralias *inférieur* et non de l'Infralias supérieur. Et, puisqu'il s'agit de bancs presque verticaux, qu'on voit, en longue bande mince, flanqués de Gypse des deux côtés, ce ne peut être évidemment qu'un coin synclinal, un reste de fond de bateau, pincé entre deux anticlinaux voisins, comme la pointe médiane d'un M écrasé et arasé (fig. 75) ; forme décidément commune en la région, et caractéristique des grands creusements, puisque nous la retrouvons ici telle qu'à Cabris, telle qu'à Nans.

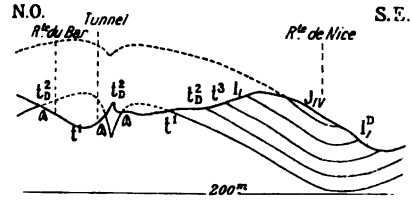


Fig. 75. — Coupe au 1/15.000 prise à l'est du Pré-du-Lac.

En confirmation de toutes ces remarques, s'offre, sur l'embran-

1. *Loc. cit.*, p. 418.

chement de route qui mène au village de Châteauneuf, une coupe des plus instructives pour l'échelonnement des niveaux inférieurs, montrant les dolomies blanches supragypseuses subordonnées aux cargneules et marnes, qui sont elles-mêmes immédiatement subordonnées aux plaquettes et argiles à *Avicula contorta*. Un peu plus haut l'on retrouve les vraies dolomies infra-jurassiques, puis le calcaire à silex bajocien, dont les gros bancs en proéminence derrière le cimetière n'ont pas plus été inscrits sur la Feuille de Nice que toute une série d'autres lambeaux, susceptibles par leur alignement de démontrer le passage à cette place d'un vrai synclinal du nord-est au sud-ouest [1].

Dieulafait avait été frappé du fort plongement de ces bancs vers le sud, tandis que « le système général est à peu près horizontal, ou même plonge légèrement vers le nord... La masse de Châteauneuf, — ajoutait-il, — n'est pas à dédaigner ; toutefois il n'y a là qu'un accident local » [2].

Local, oui, si l'on s'en tient à la localité ; mais plus du tout, si l'on a, sur des kilomètres, recherché et retrouvé, avec les mêmes réapparitions de bancs, les mêmes variations de pendages. D'ailleurs il suffit d'essayer le raccordement du plongement sud du cimetière de Châteauneuf avec la verticalité de l'arête qui nous sert d'observatoire, pour se convaincre que ce n'est possible que par une courbe d'anticlinal. Symétriquement du côté opposé, le Gypse exploité sur la route du Bar est recouvert par la Dolomie blanche plongeant au nord. Au-dessus il y aurait à traverser les Cargneules et les plaquettes à *A. contorta* avant d'arriver aux vraies dolomies de l'Infralias. Ainsi se complète la coupe en M (fig. 75) qui semble bien la seule susceptible de traduire les faits.

Le peu de pénétration du coin synclinal des dolomies blanches dans le gypse explique qu'on n'ait rencontré exclusivement que celui-ci dans le forage du tunnel du chemin de fer ; et si, dans les deux vallons qui descendent soit au nord-est, soit au sud-ouest, on voit assez vite disparaître, malgré la profondeur de l'érosion, le gypse sous la dolomie, cela tient sans doute à l'action secondaire de la ligne de soulèvements qui, se superposant à toutes les autres actions tectoniques, depuis Caussols, où il ne serait pas impossible qu'elle se rattachât aux accidents de discontinuité observés dans

1. Le tracé des contours géologiques n'est pas seul en faute ici ; la topographie de l'Etat-Major qui a été utilisée fait passer la route de Nice, à partir du Pré-du-Lac, à plus d'un demi-kilomètre au nord de sa position réelle et fait décrire à la route de Gourdon un trajet encore plus invraisemblable.

2. *Loc. cit.*, p. 418.

la barre supérieure comme dans la nappe inférieure, jusque bien au-delà de Châteauneuf, dans la direction du grand centre éruptif de Biot, a, en passant par le Pré-du-Lac, échelonné toute une série de maxima orographiques et de relèvements d'axes tectoniques, faciles à constater, les uns sur la carte topographique, les autres sur la carte géologique de M. Guébhard.

Courmettes ; synclinaux mollassiques. — Mais dès qu'on jette les yeux sur un panorama plus lointain, reparaît la divergence fondamentale entre les deux interprétations de M. Zürcher, d'une part, et de M. Guébhard, de l'autre.

Là où celui-ci, par une minutieuse analyse [1], a constaté l'existence de deux systèmes complexes de synclinaux distincts, l'un s'irradiant du centre remarquable du Saut du Loup [2], l'autre subordonné au pli dont nous venons de saisir le passage au Pré-du-Lac, M. Zürcher, par une synthèse assurément grandiose, ne veut voir que « le fait *absolument secondaire* d'ondulations plus ou moins accentuées masquant la continuité, pourtant réelle, du flanc normal supérieur » de la nappe qui, venue d'Escragnolles sans avoir été arrêtée aux impossibilités constatées de Ferrier, ni aux menues invraisemblances du trajet de La Malle à Gourdon [3], nous montre ici « grâce à la formidable coupure de la clue du Loup... une masse de recouvrement chevauchant de 3 kilomètres au moins sur son substratum ».

M. Guébhard demande alors comment cette coupure a pu faire disparaître, de la rive gauche à la rive droite, si ces rives n'étaient auparavant différenciées tectoniquement, les énormes masses de Miocène (50 à 60 m. au moins, dont un très gros banc d'oolithe blanche, compacte, dure, absolument comparable au Portlandien) qui forment le couronnement des barres de Courmettes, tandis que persistaient, au contraire, en face, de très grandes épaisseurs de Cénomanien argilo-calcaire visibles au bas du ravin du Revest, et invisibles sur la rive gauche où ne subsistent que de petits lambeaux d'un Crétacé absolument différent, Gault et Cénomanien

1. Facilitée par des séjours de plusieurs mois à Courmes, à Gourdon, au château de Courmettes, chez M. François Aubin, à Châteauneuf, chez M. le Dr J. Féraud, etc.

2. Sur les étoilements et recoupements de plis observés dans les Alpes-Maritimes. Congrès géologique international, 1900.

3. Chute de plancher, de 1200 m. à près de 800 m.; disparition de couches du Bajocien à l'Oxfordien, etc.

siliceux, avec, plus haut, des traces minimes de Cénomanien argileux, de part et d'autre d'un petit pointement de Calcaire blanc?

M. Guébhard n'admet pas non plus qu'on puisse traiter de « fait absolument secondaire » « l'ondulation » par exemple, qui, du sommet du Pic de Courmettes, à 1249 m., ramène le Bajocien siliceux, derrière le château, à 800 m. environ. Comment concilier l'idée de ce mouvement, bien visible du Pré-du-Lac (pl. XXXIII et fig. 76), avec l'assertion que c'est de l'Infralias « presque horizontal » qu'on voit « se développer largement *au-dessus* du Miocène » — ce qui, pour M. Zürcher, veut dire *par dessus* et est une preuve suffisante de « superposition anormale bien évidente », comme si toute faille, simplement verticale, regardée de face, ne pouvait fournir la même apparence de superposition et de chevauchement.

Comment comprendre aussi que la « continuité du flanc normal supérieur », tectoniquement parlant, c'est-à-dire en tant que nappe chevauchante et non comme nappe plissée, s'accommode, sur une même ligne est-ouest d'avancement frontal, menée au nord de Gourdon, de cotes de plus de 1200 m. pour son Bajocien, et, *entre deux*, d'une cote de 800 pour son Oxfordien?

Pour M. Guébhard la « régularité absolue, dans les couches du flanc normal inférieur, à peine plongeant vers le nord » sur laquelle s'appuie le raisonnement de M. Zürcher, n'existe que sur le papier, où a été ajoutée entre autres, d'une part, de La Malle à Gourdon, une « continuité » de bande verte inobservable sur le terrain; et d'autre part depuis la gauche du point 872 jusqu'en dessous du château de Courmettes, une autre « continuité » de J^{8-6}, qui (à moins que n'ait été prise pour elle la barre d'oolithe blanche burdigalienne ?), n'existe pas davantage; tandis qu'en face, à côté de Gourdon, la chute de la nappe portlandienne entre les points 994 et 779 ne peut en aucune façon (comme, à la très grande rigueur, sa première chute de 1200 à 900), être attribuée à la pente normale de bancs « à peine plongeants vers le nord ».

D'ailleurs, si l'on regarde en dessous de Courmettes ce flanc normal « à peine plongeant au nord », on le voit montrer très anormalement une magnifique section de gouttière synclinale (pl. XXXIII), formée par d'énormes bancs que, de près, on reconnaîtrait pour bathoniens, avec mince remplissage, rigoureusement aligné vers le Pré-du-Lac, de Jurassique supérieur taché de Mollasse et de Poudingue, le tout surmonté, mais aucunement recouvert, au nord, par du Bajocien ou de l'Infralias, qu'on *voit*, dans un ravinement, passer par dessous. Notons enfin que le petit lambeau mollassique, de quelques mètres à peine, difficile-

ment visible à l'est du Château, est, entre le point 801 et l'inscription *Tourettes-sur-Loup*, l'unique représentant réellement observable du Miocène, à la place de la continuité de 2 km 1/2 figurée par M. Zürcher.

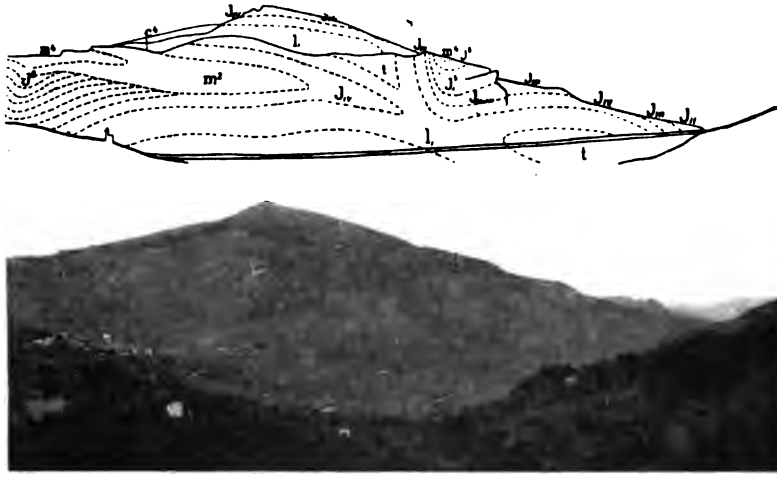


Fig. 76. — Courmettes, vue du Pré du Lac.

L'enregistrement photographique d'une section courbe verticale (fig. 76) ne peut être dû à une illusion du genre de celle qui, en perspective, met forcément *au-dessus* tout ce qui apparaît en *arrière*. La planche XXXIII le démontre et il devient superflu d'insister sur ce que la Feuille de Nice ne montre ni le gros anticlinal jurassique visible en dessous de la gouttière, ni le large synclinal mollassique subordonné (1 km. en travers, sur 2 de longueur), qui l'un et l'autre accentuent l'importance de la direction de plissements et de fractures nord-est à sud-ouest, à laquelle se rattache, en réalité, de Courmettes à Tourrettes, le bord du chevauchement de M. Zürcher, recoupé visiblement en dessous du château de Courmettes, par le débouché perpendiculaire de l'axe qui a, du Saut du Loup au cap d'Antibes, commandé à toute l'orographie de la région basse [1].

Mais c'est en vain que M. Guébhard essaiera de faire toucher du regard à son éminent contradicteur quelques-uns des mille détails, petits ou grands, qu'il a maintes fois touchés lui-même de son marteau avant de les inscrire sur sa carte, ou sur les minutes ponctuellement communiquées au Service géologique.

1. Voir la notice annexe sur la tectonique des Préalpes maritimes.

Force lui est de renoncer à toute discussion sur des interprétations émanées, selon lui, de tracés, dont il a reconnu, dit-il, et est prêt à faire reconnaître à qui voudra l'accompagner sur le terrain, la très générale inexactitude, d'un bout à l'autre de la ligne de recouvrement, soit pour la nappe recouvrante, soit pour la nappe recouverte. Mieux vaut s'en tenir dorénavant aux seuls faits immédiatement tangibles du bord de la route — de laquelle, jusqu'à Gourdon, le feu de la discussion n'empêchera pas un instant d'admirer la sauvage beauté.

Le Pré-du-Lac a Gourdon. — Voici, peu après le début de la montée, sur la route de Gourdon, au km. 17,8, une voûte anticlinale d'Infralias bien dessinée dans le talus et qui sépare, du synclinal principal du plateau de la Sarrée, un autre, ici dissimulé sous de grosses masses d'éboulis, mais bien reconnaissable, un peu plus à l'ouest, sur le chemin que prit Dieulafait pour aller découvrir, à La Malle, l'extraordinaire superposition de l'Infralias au Cénomanien, qui, toute nouvelle et singulière qu'elle lui parût, ne lui suggéra aucune idée de « chevauchement » et lui sembla très suffisamment explicable [1] par un adossement de faille oblique.

Accident secondaire en soi, l'ondulation du bord de la route de Gourdon cesse de l'être dès qu'on observe la corrélation axiale du synclinal qui la recouvre avec le mouvement analogue dessiné par l'Infralias au sud de La Lauve de Magagnosc, autour d'un petit fuseau bajocien, — ignoré sur la feuille de Nice; — lequel, de corrélation en corrélation, mène à la plateforme synclinale de la ville de Grasse, et à la bande d'Infralias, au sud-ouest, déjà signalée comme omise sur la Feuille de Nice.

La route de Gourdon, peu à peu dégagée des éboulis de l'Infralias marneux, entame la grosse barre des Dolomies et du Calcaire à silex, au bas duquel un lit grumeleux presque oolithique, le même qui fut observé, le 5 septembre, au Vallon de Cartinet, se délite assez facilement pour fournir de nombreuses petites Encrines et dents de Ganoïdes, auprès d'un abri sous roche qui s'y trouve creusé. On débouche en tranchée sur le plateau de la Sarrée dont la nature largement synclinale est tellement évidente qu'elle aurait à peine besoin d'être signalée, si elle ne servait à expliquer celle de toute une série de presqu'îles analogues, quoique moindres (tel le plateau de Roquevignon, traversé au début de l'excursion du premier jour), alignés sur le front de la nappe des avant-monts,

1. *Loc. cit.*, pl. VII, fig. 17.

comme autant de témoins de l'ondulation marginale qui a déterminé la ligne de rupture et favorisé la démolition de la croûte dure au-dessus des parties molles mises à nu.

Dans l'axe même du synclinal de la Sarrée se remarquent, en abondance, des galets et graviers quartzeux, témoins d'un lambeau de Pontien que rencontra, en établissant la route, M. l'ingénieur Léon Pellegrin, mais que M. Guébhard, n'en ayant vu que les résidus, s'est abstenu de marquer sur sa carte, malgré la confirmation que cela eût apportée à l'un au moins de ces plis que la Feuille de Nice eût fait ressortir avec bien plus de vérité en enregistrant sur la bordure sud-ouest du plateau de la Sarrée, la pénétration de l'Infralias vers le nord et les sinuosités du contour traduisant celles de la nappe sectionnée par un ravin.

De même au nord du Bar, il y a une pointe poussée par l'Infralias vers le confluent du gros ravin du Riou, marquant bien la prolongation du synclinal qui, par un processus très souvent observé par M. Guébhard en des régions très diverses [1], va, par delà l'immense coupure du Loup, inscrire visiblement son dernier effort sur la lèvre obliquement rencontrée du synclinal de Courmettes, en une encoche, origine du ravin de la Tuilière, dont la nature synclinale, longtemps incertaine, est aujourd'hui hors de doute.

Fig. 77 — Gourdon vu de l'ouest.

La route, après avoir recoupé quelques bancs fossilifères de la base du Bathonien, où l'on fait une rapide récolte [2], s'enfonce dans

1. Esquisse géologique de la commune de Mons (Var). *Bull. Soc. ét. scient. de Draguignan*, t. XX, p. 248, 1897. — *Congr. géol. internat.*, VIII, p. 634, 1900.

2. Tout récemment, M. Guébhard a trouvé avec une certaine abondance, dans un talus de la route, à une centaine de mètres au dessus du km 17, puis, dans le même lit à Roquevignon une grosse Rhynchonelle, qui constitue une variété intéressante de *Rhynchonella Hopkinsi*.

le ravin de la Combe jusqu'au km. 16, où reparaît le banc à Encrines, et laissant de côté, dans l'axe exact d'un autre synclinal, sur le vieux chemin du Bar, le gouffre du Garagaï [1], remonte peu à peu dans le Jurassique, jusqu'en vue du pittoresque village de Gourdon, perché en nid d'aigle à 600 m. au haut des fantastiques lacets du célèbre « Chemin du Paradis » (pl. XXXIV).

Gourdon : confluences synclinales. — Un dernier contour, sur le profond ravin du Béal, permet d'apercevoir, en face, plusieurs déchiquetures de la nappe du Calcaire blanc (fig. 77), garnies de languettes crétacées, et l'une même d'un peu de Poudingue, que M. Guébhard signale comme correspondant chacune de l'autre côté, ainsi qu'on va s'en convaincre (pl. XXXV), à des plissements du Portlandien, représentant autant de débouchés de tout un système de synclinaux parallèles venus de Saint-Vallier.

Fig. 78. — Plissements sous Gourdon vue de la Terrasse à l'ouest.

Comme M. Léon Bertrand objecte que « cela ne lui semble avoir qu'une importance assez secondaire dans la tectonique de la

1. Exploré et décrit par M. Jules Gavet. *Ann. Soc. L. Sc. et A. des A.-M.*, t. XVII, p. 201, pl. II, 1901.

région », M. Guébhard réplique qu'il est en effet, difficile, du haut d'une voiture qui passe, de voir dans ces détails du bord de la route autre chose que de petits accidents locaux. Mais, si le programme des excursions avait permis de visiter avec toute l'attention nécessaire les hauts plateaux compris entre le synclinal de La Malle et la ligne des abrupts de Grasse, on y aurait constaté, bien visibles sur le terrain, les axes synclinaux en question, et avec eux, plusieurs autres plis parallèles, qui en s'incurvant vers le nord, font que les quatre supérieurs viennent se jeter très obliquement dans le synclinal crétacé de Gourdon, par des encoches dont le peu d'importance atteste simplement l'atténuation progressive du pli près de son point d'aboutissement, tandis que le caractère discontinu, effondré du Calcaire blanc est celui qui est de règle absolue partout où la section synclinale se présente autrement que sous la forme d'une insignifiante courbure.

Ici les plis, très resserrés les uns contre les autres, et si diminués qu'ils soient en profondeur, sont réduits à des V très écrasés, qui donnent forcément aux contours de la languette crétacée la forme angulaire, dont la « possibilité » est contestée par M. Léon Bertrand.

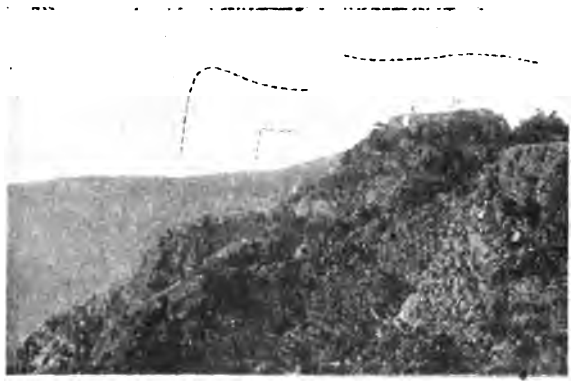


Fig. 79. — Les mêmes plissements vus de l'est, en dessous de Gourdon.

Si la correspondance axiale de ces encoches avec les plis du faisceau de Saint-Vallier n'est pas évidente par elle-même, M. Guébhard a cru qu'il se devait de la formuler, en résumé de ses longues recherches, et en l'absence de toute donnée structurale apportée par qui que ce soit sur cette zone cotoyée par l'excursion, en dehors du grand chevauchement. D'ailleurs, on en retrouve quelques traces, même à travers les imprécisions de la Feuille de Nice, où s'est imposé, dans le prolongement du synclinal de Saint-Vallier, et beaucoup plus bas, au niveau de la Marbrière de Grasse, l'enregistrement de lignes de discontinuité d'une

importance impossible à ne pas voir, quoique ne correspondant à aucun chevauchement.

La vue de la planche XXXVI prise du plus haut de La Laure de Gourdon, montre bien s'il est légitime d'appeler secondaire un pli comme l'énorme U callovien que dessine, au coude du Vallon de la Combe, c'est-à-dire à deux kilomètres seulement de son débouché dans le synclinal de Gourdon, l'un des plis arrivés, par chute progressive de l'axe, du dessus du centre labradoritique de Saint-Vallier, et suivis sur tout leur parcours, non seulement par l'observation souvent mal commode des pendages, mais aussi par leurs visibles sections, dans chacun des ravins perpendiculaires, à commencer par ceux de la Marbrière et du champ de tir de Grasse.

De la plateforme de Gourdon, où l'on se rend après déjeuner, le point de vue, surélevé par de remarquables plis portlandiens

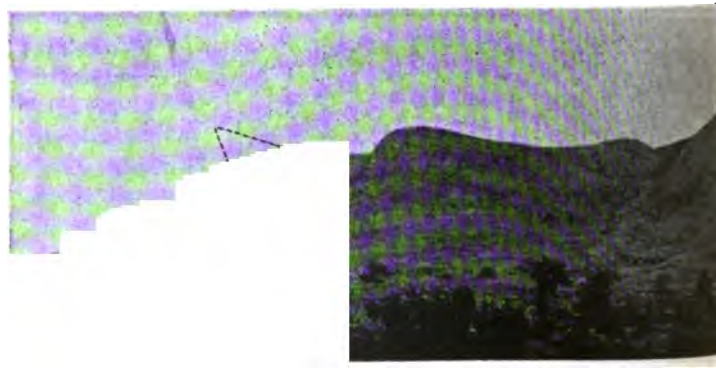


Fig. 80. — Retombée de l'anticlinal de Cavillore, vue de l'ouest.

(fig. 78 et 79), montre sous un angle nouveau les choses aperçues du Pré-du-Lac. Au nord, les petits dômes sous-anticlinaux de la barre de Cavillore (fig. 80 et 81) sont, d'un commun accord, reconnus comme *enracinés* c'est-à-dire comparables à ceux d'les cragnolles, quoique point détachés de l'anticlinal septentrional par la languette crétacée qu'a figurée M. Zürcher [1]. La discussion reprend, d'ailleurs entre celui-ci et M. Guébhard qui s'applique à disséquer une à une les apparences, parfois réelles, de chevauchement qu'on lui signale, afin d'arriver à l'anatomie vraie de la région telle qu'il la comprend, c'est à dire, autrement qu'en

1. Voir plus loin la note annexe : Sur la tectonique des Alpes-Maritimes

nant, par exemple, pour calcaire blanc jurassique la barre d'oolithe blanche burdigalienne du plateau de Courmettes, et pour charnière est-ouest un axe clairement nord-sud; il essaie enfin de synthétiser l'analyse générale de tous les replis, dans une vaste convergence en entonnoir vers le Saut du Loup, sans doute moins géométrique que ne pourrait le faire croire la part forcée de schématisation des tracés, mais qui laisse à ceux-ci toute la rigueur de leurs indications matérielles, et qui rend compte des moindres détails de l'orographie aussi bien que de la tectonique de l'amphithéâtre de Courmes.

Fig. 81. — Charnière synclinale au haut de la montée de Cavillore, entre les points 1038 et 1302 de l'Etat-Major (ce dernier, pour 1032).

Courmes ; ombilic synclinal. — Avant d'entamer la longue descente qui mène au fond du cirque, on peut noter, dans le talus de la route, à 50 m. avant le km. 10, une petite tache d'épanchement labradoritique, qui, vu l'éloignement de tout centre éruptif, semble d'autant plus être autonome qu'elle se trouve placée exactement à l'endroit où la carte de M. Guébhard fait se croiser les deux plans de fracture correspondant l'un au synclinal proprement dit de Gourdon, l'autre à celui, venu des Souquètes, dont va suivre la branche terminale la descente au Loup.

Les lacets de la route s'étagent sur la pente rapide des éboulis tombés du front de la nappe « chevauchante » sur la corniche de nappe « chevauchée », providentiellement ménagée au pied. A la vérité, si le relèvement de celle-ci vers le sud ne s'accorde déjà guère avec l'horizontalité des lits de la masse « recouvrante », un évident pendage vers l'ouest exclut toute possibilité de raccordement autre que courbe avec le Portlandien fortement dénivellé de la rive gauche, et affirme le caractère indépendant de synclinal

faillé, de cette gouttière nord-sud, qui montre de plus en plus largement vers le bas, des argiles cénomaniennes absentes de l'autre rive, et ne montre aucune trace du Miocène largement étalé en face.

Fig. 83. — Plissements calloviens au haut du ravin du Revest.

En approchant du gros ravin du Revest, on constate que celui-ci doit son origine dans la barre, et sa direction vers le Saut du Loup, à un plissement aigu que dessinent avec une remarquable netteté (fig. 83) les petits bancs du Callovien, évident débouché du synclinal tout droit (fig. 84 et pl. XXXVII) et nullement couché, comme le dit M. Zürcher, arrivé de Caussols. Un mouvement tout analogue et diamétralement opposé se pourrait voir, dans la barre au-dessus de Courmes, au sud du point 1036 de l'Etat-Major.

A peine dépassé le pont et l'embranchement de la route de Cipières, on entre en plein Trias, qu'on retrouve au pont de Bramafan après avoir traversé deux fois, en sens inverse, l'Infralias et le Bajocien : c'est donc que l'on est passé d'un anticlinal à un autre, dont la section nucléaire se voit, au début de la route de Courmes, sous forme d'une jolie petite voûte infraliasique (fig. 85), tandis qu'un peu plus loin de grands bancs bajociens verticaux représentant la pointe aiguë du V synclinal intermédiaire, et laissant voir dans leur pâte brune siliceuse une abondance relative de grandes Térébratules et d'assez jolis Pectens, montrent bien s'il

est permis de qualifier de « fait absolument secondaire » les plis affectant le « flanc *normal* supérieur » du chevauchement de M. Zürcher.

Au-delà reparaît naturellement l'Infralias et même un peu de marne triasique ; puis subitement, à l'approche du hameau du Colombier, le Callovien bien lité, recouvert par toute la série régulière des bancs oxfordiens, y compris le banc glauconieux, qui fournit, au bord de la route, sous les racines d'un petit chêne, de jolies Ammonites.

Après avoir constaté *de visu*, la terminaison rectiligne du contour oxfordien-callovien en pointe effilée au-dessus du Saut du Loup, on quitte la route pour descendre au Pra de Mondir, renonçant à visiter, à un kilomètre au-delà, le remarquable gisement bathonien qui a fourni les matériaux de l'étude de M. Cossmann, publiée plus loin.

Fig. 84. — Le pli du Revest vu du gisement bathonien de la route de Courmes.

A ce moment, quelques-uns des excursionnistes, désirant prendre le dernier train du Sud pour Nice, à la station du Loup, sont dirigés sur le Vallat du Bès, à la descente des gorges, ayant en face, nettement béante au nord, la section curviligne du synclinal mollassique de Courmettes (fig. 86 et pl. XXXVIII), continué, en contrebas, et bien en arrière de la charnière est-ouest signalée par M. Zürcher, par une pointe exactement dirigée en sens opposé de la précédente callovienne, vers le Saut du Loup, avec une garniture de poudingue pontien, d'oolithe burdigalienne, de Cénomanien siliceux, de Gault sableux, dont on peut constater le caractère absolument distinct et sans analogie avec ce qu'on a vu sur l'autre rive.

Si tout cela, conclut M. Guébhard, ne suffit peut-être pas à représenter complètement l'étoile de plis, avec tous ses rayons, du

moins, tout cela est-il complètement représenté, sur sa carte et pas du tout sur l'autre. Et de même en serait-il de maints autres détails [1].

Le Saut du Loup ; les gorges. — Sitôt rejoint le gros de la troupe on reprend le chemin du Saut du Loup par des zig-zags rapides, descendant à l'unique passage praticable sans danger, à travers les énormes amas de Tufs qui ont surélevé d'une haute barre, aussi abrupte que l'autre, le plancher jurassique abaissé au niveau de la chute.

Fig. 85. — Voûte infraliasique au sud du pont de Bramafan. Flanc *normal* supérieur du chevauchement de M. Zürcher

Ces dépôts sont l'œuvre de ravins affluents qu'on traverse sur un entassement étrange d'énormes carapaces de mousses et sphaignes incrustées, montrant bien le mécanisme et l'importance du travail de pétrification qui caractérise les sources émergées de l'Infralias [2].

C'est à travers le rideau de chute de l'une d'elles venant se jeter au Saut du Loup [3] que l'on aperçoit enfin (fig. 87), l'étroit chenal

1. Voir plus loin l'étude sur la tectonique.

2. Dans un tuf analogue provenant de Saint-Jean de Siagne, près Saint-Vallier, M. L. Laurent (*A. F. A. S.*, XXIX, p. 579, 1900) a reconnu une espèce de Saule. *S. pedicellata* Desf. qui ne serait connu, à l'état actuel, que dans des régions beaucoup plus méridionales.

3. Confirmation hydrographique de la convergence tectonique invoquée.

obliquement creusé dans la barre portlandienne [1], d'où saute en masse toute la rivière; après quoi, remontant les marches sommairement entaillées dans le tuf, puis une étroite piste au long de la gorge profonde, on atteint enfin les lacets du chemin vicinal de Courmes au Bar [2].

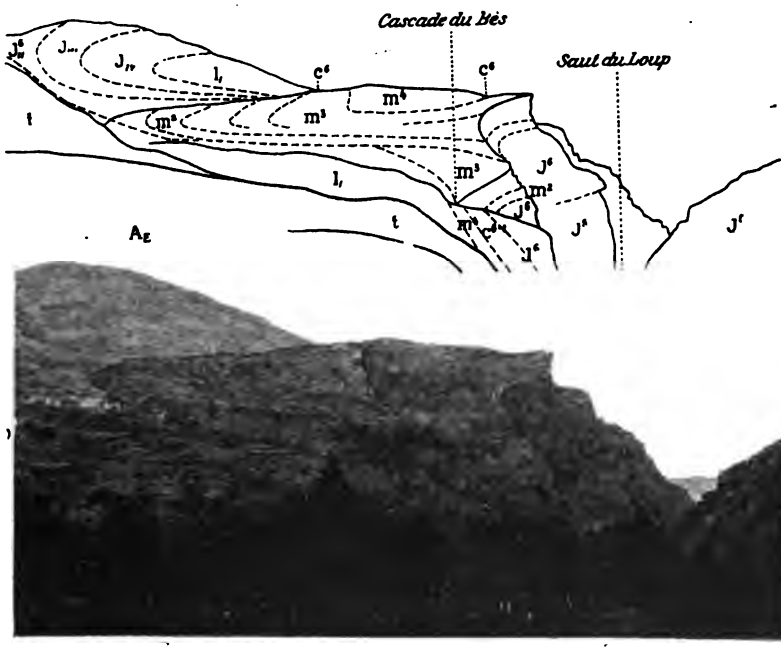


Fig. 86. — Charnière nord-sud du pli couché de Courmettes, vue du nord, de la Croix du Colombier.

La descente, creusée en corniche dans le Calcaire blanc, montre, dans les parois, de magnifiques Polypiers et, parfois, parmi les cailloux roulants, quelque grand Pecten. Mais elle se transforme bientôt en demi-tunnel pour contourner la partie absolument verticale de la barre, du haut de laquelle se précipite, en une parabole de 60 m., la cascade du Bès, généralement prise par les touristes pour le Saut du Loup. D'un petit café installé au fond de l'abri sous roche on constate une fois de plus, aux pendages oppo-

1. Et non dans l'Infralias comme porte la Feuille de Nice.

2. Le débouché se fait par une corniche à dalles superposées qui dissimule le vrai chemin aux visiteurs arrivés en sens contraire et fatalement les rejette sur une piste inférieure, d'abord fort engageante, mais bientôt dangereuse et sans issue du côté du Saut.

sés vers l'est et l'ouest, qui, sur les deux rives, se superposent au léger pendage général vers le nord, l'impossibilité d'un raccordement plan, et de toute reconstitution des parties effondrées, autrement que par une voûte triangulaire à pointe issue du Saut du Loup, et ouverture dirigée vers le sud, où il est même permis de supposer qu'à partir de son évasement ce fut un affaissement médian de la clef de voûte qui donna le signal de l'écroulement général.

Passé la Cascade, un changement de couleur et une amélioration momentanée de la piste annoncent qu'on sort des Calcaires blancs pour entrer dans des dolomies qui, sous le chaos des éboulis, laissent cependant reconnaître la série descendante complète du Jurassique [1].

Après avoir deux fois traversé le torrent, au dessus de gouffres creusés en marmites de géants, le sentier, un peu après le pittoresque hermitage de Saint-Arnoux, se dégageant de la dernière grande barre des calcaires bajociens, tout d'un coup émerge dans l'évasement infraliasique de la vallée, ayant à sa droite, à mi-côte de l'abrupt de Gourdon, la chute de 200 mètres du déversoir de l'usine d'électricité, à sa gauche les hauteurs indéfinies de Courmettes, et en face le majestueux viaduc courbe du chemin de fer du Sud. En dessous s'aperçoit le pont de Pataras et le Grand Hôtel du Loup, où un dîner d'adieux, précédant le retour à Grasse, marque la clôture de cette série d'excursions préliminaires, qu'anima vivement le choc des idées, sans faire jaillir, peut-être, la définitive lumière, mais sans empêcher aussi le règne constant de la plus parfaite cordialité.

Fig. 87. — Le Saut du Loup.

1. M. Ambayrac y a trouvé divers fossiles caractéristiques. *Étude géologique de la ligne de Nice à Grasse*, gr. 8° de 67 p., 70 fig. Nice, 1892.

M. **Zürcher** revient, au sujet de la disposition des couches sur le versant nord de la vallée de la Lane, près du Val de Roure, que la Société a pu bien observer, dans la course du 7 septembre, en montant au col de Caille, sur les phénomènes d'affaissement des couches solides supportées par un substratum marneux par le fait de l'érosion de ce substratum. Ces affaissements sur les pentes sont accompagnés de glissements des parties détachées, peut-être aussi d'une sorte de tassement et d'écoulement ou d'écrasement de la masse marneuse sous-jacente, et il en résulte parfois, comme au point dont il s'agit, des apparences de dispositions anticlinales dont il faut se méfier. A Val de Roure en particulier, le tracé en plan de la limite du Jurassique et du Crétacé, qui suit les inflexions des courbes de niveau, et tous les autres caractères du contact montrent qu'il y a là un chevauchement bien net, bien continu, qui ne saurait être interrompu et remplacé par une disposition normale au point où le Jurassique du flanc normal supérieur paraît affecter une forme anticlinale.

Les plis déversés et étirés, quand ils passent à une allure plus normale, montrent un relèvement graduel des plus caractéristiques et dont la Société a pu observer un remarquable exemple au dessus d'Escragnolles, où vient finir le pli de Ferrier et de Thiey, observé dans la course du 6 septembre, par un retour du flanc renversé et une terminaison périclinale que l'on peut admirer dans tous ses détails.

M. **Zürcher** expose ensuite, à propos de la course du 8 septembre comment il est d'avis qu'il faut interpréter les phénomènes tectoniques qui peuvent être observés au-dessus de Gourdon, à l'ouest; dans les environs du château de Courmettes, à l'est; et entre ces deux points, dans la formidable coupure de la cluse du Loup, qui, comme un gigantesque coup de scalpel, est venue permettre de porter les investigations jusque dans les entrailles mêmes de la masse à étudier.

Le raisonnement à suivre est toujours le même : au-dessus de Gourdon le chevauchement, qui fait suite à celui de La Malle, montre l'Infralias et le Bajocien reposant sur le Cénomanien (en certains points le contact, photographiable, fait voir les bancs presque horizontaux des deux étages anormalement superposés) ; au château de Courmettes la superposition anormale est non moins évidente, c'est là le Miocène qui se montre au-dessus du Jurassique, avec un peu de Crétacé interposé par places, et, *au*

dessus, on voit se développer largement l'Infralias presque horizontal ; nulle part, entre les deux points on ne voit de trace de relèvement de pli, et on constate au contraire une évidente continuité, une régularité absolue, dans les couches du flanc normal inférieur, à peine plongeant vers le nord, au sein desquelles est creusé le splendide « cañon », que l'on admire entre le « Saut du Loup » et le viaduc de Pataras.

Il est ainsi inadmissible que le chevauchement ne soit pas continu entre les deux points, et il n'est pas possible d'invoquer, pour contester l'existence de cette structure grandiose, le fait absolument secondaire d'ondulations plus ou moins accentuées masquant la continuité, bien réelle cependant, du flanc normal supérieur, qui forme là une masse de recouvrement chevauchant de trois kilomètres au moins sur son substratum.

Un trait particulièrement remarquable vient ajouter une preuve à celles tirées de la continuité du grand pli est-ouest qui traverse, ainsi déversé, la région dont il vient d'être parlé, c'est l'existence, dans les couches miocènes, d'une véritable charnière synclinale, parfaitement visible un peu au sud de Courmes, dans laquelle les assises intéressées sont repliées de 180° à peu près, avec raccordement cylindrique de direction est-ouest, conforme à celle du grand pli couché.

Plusieurs des plis qui accidentent le flanc normal supérieur offrent un très grand intérêt malgré leur rôle secondaire. Le principal est un plissement nord-sud, qui est visible dans les environs du pont de Bramafan, où le Bajocien et l'Infralias sont relevés presque jusqu'à la verticale ; cet accident est sans doute celui qui a donné origine à la coupure dans laquelle le Loup a creusé sa profonde vallée. Il faut noter aussi le petit chevauchement que l'on voit dans la falaise de l'ouest et qui représente la terminaison du pli couché du nord de la plaine de Caussols.

La région est vraiment merveilleuse au point de vue pittoresque comme au point de vue géologique et il est permis d'espérer que l'interprétation qui vient d'être exposée et qui peut être si bien démontrée par l'aspect des lieux ralliera sous peu tous les suffrages.

M. Léon **Bertrand** regrette que la rapidité nécessaire des courses ne lui ait permis d'avoir qu'*une impression plutôt qu'une opinion bien arrêtée* sur les accidents d'une région qu'il n'a pas explorée personnellement; néanmoins il croit pouvoir se rallier

aux objections que vient de faire M. Zürcher aux interprétations théoriques de M. Guébhard. Les faits rapidement observés par la Société lui semblent indiquer qu'il existe, entre Gourdon et Courmes, un grand chevauchement compliqué de plis secondaires et, en particulier, d'un brusque anticlinal transversal qui affecte à la fois le substratum et la masse chevauchante, mais non un centre d'étoilement de *plis ayant la même valeur tectonique*. Quant aux ondulations de la partie supérieure du substratum de ce chevauchement visibles auprès de Gourdon, le seul des synclinaux crétacés aperçu par la Société lui a paru être en relation avec un affaissement des calcaires jurassiques situés au-dessous, entre deux petites failles bien visibles de la route qui monte à Gourdon; les couches crétacées, grâce à leur plasticité, ne se seraient pas rompues et la partie affaissée se raccorderait ainsi par deux flexures avec la surface avoisinante. Ce synclinal serait donc peut-être dû à la force verticale de la pesanteur plutôt qu'aux pressions tangentielles qui ont produit tous les grands accidents tectoniques voisins; dans tous les cas, ce faisceau de petits synclinaux lui semble n'avoir qu'une importance assez secondaire dans la tectonique de la région.

I. — SUR LES GRANDES LIGNES DE LA GÉOLOGIE
DE LA PARTIE ALPINE DES ALPES-MARITIMES
II. — DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA RÉGION VOISINE
DU LITTORAL A L'EST DU VAR

par M. Léon BERTRAND.

(Planches XXXIX, XL, XLI et XLII).

La majeure partie de la région parcourue par la Société a été décrite par moi dans un mémoire antérieur (*Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes*) [1], et je n'aurai, pour cette partie, qu'à résumer très brièvement les résultats de cette étude, en renvoyant pour les détails au mémoire en question, sauf pour les points qui seront vus au passage par la Société et pour quelques autres où l'achèvement des contours détaillés des feuilles 213 et 225 de la Carte géologique (Saint-Martin-Vésubie et Nice) m'a amené à introduire quelques petites modifications, toutes de détail et sans importance générale.

Par contre, les résultats de mes recherches dans la partie qui avoisine le littoral, à l'est du Var, n'ont été consignés que d'une façon sommaire dans deux rapports au Service de la Carte géologique [2], et je m'étendrai un peu plus longuement sur cette partie, dont les détails ressortent d'ailleurs de l'examen de la portion de la feuille de Nice que j'ai explorée (région au nord de l'Estéron et à l'est du Var). Enfin, cette étude des accidents tectoniques de la partie française des Alpes-Maritimes sera complétée aussi, pour la faible partie comprise sur les feuilles de Saorge et de Pont Saint-Louis, par des observations faites dans une course rapide, qui m'ont permis de raccorder ces accidents à ceux des feuilles voisines et de les rapporter aussi à des plis plus ou moins déversés, se transformant souvent en des plis-failles très nets.

1. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. IX, pp. 1 à 214 (n° 56), 1897.

2. Feuille de Nice. *Id.*, t. X, pp. 176-179 (n° 63), et pp. 554-557 (n° 69), 1898-1899.

I. — Sur les grandes lignes de la Géologie de la partie alpine des Alpes-Maritimes

Je laisserai presque complètement de côté la description stratigraphique des terrains, pour laquelle j'aurais très peu de chose à ajouter aux renseignements que j'ai donnés dans mon étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, et je m'attacherai plus spécialement à la tectonique si complexe de cette région.

L'état actuel des choses résulte, ainsi que je l'avais déjà indiqué, de la superposition de mouvements d'époques différentes, dont on peut suivre la trace depuis les temps primaires jusqu'à une époque très voisine de la période actuelle.

1° *Plis anté-permiens (hercyniens)*, dont la direction est marquée par celle des bandes alternantes de schistes cristallins dans le massif du Mercantour ; bien que cette direction présente quelques variations [1], elle se montre, dans son ensemble, sensiblement parallèle au grand axe de l'ellipse que forme sur la carte l'affleurement de ces schistes, qui plongent vers l'intérieur du massif. L'âge des schistes cristallins de ce massif ne peut être fixé d'une manière précise ; on peut seulement démontrer qu'ils sont antérieurs aux sédiments permiens (probablement avec un peu de Stéphanien à la base en quelques points), qui reposent partout en discordance angulaire sur les gneiss, micaschistes et schistes granulitisés qui constituent le massif.

2° *Mouvements orogéniques ayant eu lieu depuis le Permien jusqu'à la fin du Crétacé.* — L'étude de ces mouvements ayant été donnée dans le mémoire cité [2], je me contenterai de rappeler que le massif du Mercantour a été presque constamment une aire anticlinale plus ou moins émergée, soumise à des oscillations qui ont amené des transgressions et des régressions des mers à sa périphérie. La mer triasique semble avoir été la plus étendue, tandis qu'au Jurassique inférieur et moyen, les sédiments présentent un caractère littoral au voisinage du massif cristallin et manquent presque complètement à l'est de la Vésubie et du Var, dans la région du Paillon, de la Bevera et de la Roya.

Cette région, vraisemblablement émergée pendant ces périodes, a été de nouveau recouverte au Jurassique supérieur, mais ces parties peu profondes étaient le siège d'une sédimentation subcoral-

1. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, pp. 121-122.
2. Id., pp. 123-126.

ligène très différente de celle qui avait lieu dans le grand géosynclinal situé plus à l'ouest et qui s'étendait jusque sur la région de Digne et de Gap, où s'accumulaient de puissants sédiments vaseux et de teinte foncée. Vers la fin de la période jurassique, un bombement formant seulement un haut-fond, situé au sud-ouest du massif du Mercantour [1], préparait la formation du grand dôme de la Cime de Barrot, sur l'emplacement d'un géosynclinal antérieur où les sédiments permiens s'étaient accumulés sur une épaisseur formidable.

Au Crétacé inférieur, le géosynclinal jurassique a persisté dans la partie occidentale, sensiblement avec les mêmes limites, tandis que la région orientale, déjà émergée une première fois pendant le Jurassique, formait un nouveau bombement, sur l'emplacement duquel le Néocomien et le Barrémien sont très réduits, l'Aptien généralement absent et l'Albien présent avec un faciès glauconieux tout à fait différent des marnes noires par lesquelles il est représenté dans le géosynclinal occidental. Par contre, la transgression, habituelle dans nos régions, du Cénomanien a ramené une uniformité à peu près complète dans la sédimentation de toute la région, qui a duré jusque vers la fin du Sénonien sans mouvements importants, sauf aux environs de Menton et de Sospel, où le Sénonien repose directement sur le Crétacé inférieur et le Jurassique et même peut-être sur le Trias, par suite d'une surélévation locale [2].

3° *Mouvements postérieurs à la fin du Crétacé.* — Mais tous ces mouvements, qui n'ont guère produit que des transgressions et des régressions des couches sans discordance angulaire, sont de faible amplitude par rapport à ceux qui ont amené l'émersion générale de toute la région vers la fin du Sénonien, accompagnée de la formation de plis très accentués, d'une intensité parfois presque comparable à celle des plis post-nummulitiques. J'ai pu démontrer, toutes les fois que la couverture de dépôts nummulitiques est conservée en dehors de l'axe des synclinaux (où ils sont en apparence concordants avec le Crétacé supérieur), que les plis postcrétacés, qui ont été arasés généralement par érosion avant le retour de la mer nummulitique à *N. perforatus*, sont l'ébauche des plis postéogènes; ces derniers ont été seulement plus intenses, plus nombreux et complexes et se sont souvent transformés en plis-failles et chevauchements. Il me semble légitime d'étendre cette conclusion aux points où la constatation du rôle des plissements postcrétacés dans la formation des accidents alpins n'est pas possible, à cause

1. Voir plus loin, p. 688.
2. *B. S. G. F.*, [3], XXVIII, p. 42 et voir plus loin, p. 672.

de l'absence de témoins de Nummulitique, et par suite d'admettre que *les plissements postcrétacés ont été l'ébauche fidèle des plissements alpins proprement dits*, qui sont venus se superposer à eux en les compliquant seulement davantage. Dans la pratique, il est difficile et souvent impossible de reconnaître la part qui revient à chacune des deux époques de plissement dans la formation d'un pli, et il faudrait aussi distinguer parmi les mouvements alpins proprement dits diverses phases successives, dont la séparation est impossible en général. Pour ces raisons, j'ai seulement décrit en bloc les plis postérieurs au Sénonien, en indiquant, toutes les fois que cela m'a été possible, la part qui revient aux deux principales périodes de ridement.

Dans cette étude des plis récents, j'ai été amené à la notion dominante de grandes aires, se comportant dans leur ensemble comme des accidents anticlinaux ou synclinaux, que j'ai désignées sous les noms d'*aires anticlinales* et d'*aires synclinales*. Ces unités tectoniques de premier ordre sont d'ailleurs compliquées par l'existence de *faisceaux de plis*, affectés souvent d'un déversement dissymétrique qui arrive fréquemment à la production de *chevauchements* plus ou moins marqués ; en particulier la séparation des diverses aires se fait ordinairement par un semblable accident et le bord de l'une d'elles chevauche souvent plus ou moins fortement et en beaucoup de points sur l'autre, lorsque ces aires sont de même nature. D'autre part, les plis qui accidentent ces aires, au lieu de se poursuivre sur une grande longueur avec une amplitude comparable et de se terminer à leurs extrémités par une diminution graduelle d'intensité et un abaissement lent (ou une surélévation lente, suivant le cas) de leur axe, sont le plus souvent des accidents courts (*dômes* ou *brachyanticlinaux*, *cuvettes synclinales* ou *brachysynclinaux*); ceux-ci sont caractérisés par leur mode de terminaison très brusque, qui se fait par un plongement *périclinal (périanticlinal* ou *périsynclinal)* des couches, à peu près aussi rapide suivant l'axe du pli que suivant les directions perpendiculaires.

Les plus caractéristiques de ces accidents sont véritablement *elliptiques* et le plongement régulièrement périclinal des couches s'y fait de part et d'autre d'un point central, s'il s'agit d'un *dôme*, ou vers un point central dans le cas d'une *cuvette synclinale;* ces accidents, pour lesquels il est parfois difficile de déterminer une direction axiale, tant ils se rapprochent d'un dôme ou d'une cuvette théorique, c'est-à-dire à contour circulaire, sont d'ordinaire ceux de plus grande taille et se présentent isolés, formant l'accident principal d'une aire anticlinale ou synclinale. Ceux qui montrent un

allongement assez marqué et qu'on peut désigner plus spécialement sous les noms de *brachyanticlinaux* ou de *brachysynclinaux* sont d'ordinaire d'importance relativement secondaire par rapport aux précédents [1]; en outre, ils rentrent habituellement dans la constitution d'un faisceau complexe et sont souvent alignés en chapelets suivant la direction générale des plis avoisinants, en présentant la même tendance que les plis linéaires à un déversement dissymétrique et au chevauchement des couches anciennes sur les couches plus récentes, avec disparition par étirement des assises intermédiaires.

D'un autre côté, si l'on cherche à se rendre compte du rôle relatif et de la succession chronologique des diverses sortes d'accidents, on voit que les dômes et cuvettes synclinales de grande taille et peu allongés ont habituellement précédé la formation des autres plis et joué un rôle directeur par rapport à eux (massif cristallin du Mercantour, dôme à noyau permien de la Cime de Barrot). D'ailleurs une aire anticlinale se comporte d'ordinaire, dans son ensemble, comme un vaste dôme plus ou moins compliqué secondairement et son accident principal est souvent un vrai dôme isolé; la même relation a lieu entre les cuvettes et les aires synclinales. On peut donc dire que morphologiquement les phénomènes de bossellement, qui ont donné naissance aux accidents elliptiques les plus importants, sont de premier ordre par rapport aux phénomènes de plissement et que, *génétiquement une phase de bossellement a précédé celle des plissements*, qui a donné naissance aux accidents secondaires des grandes aires déterminées par la première.

La carte géologique structurale (Pl. XL) est destinée à mettre en évidence, par un choix spécial des teintes représentant les diverses séries géologiques, la division de la région étudiée en deux grandes aires anticlinales et trois aires synclinales principales, accompagnées de deux autres de moindre importance. Le schéma tectonique superposé à cette même carte (Pl. XXXIX) indique les axes des plis secondaires de ces diverses aires, avec le sens de leur déversement, et les contacts anormaux des couches par chevauchement, ainsi que les abaissements ou surélévations brusques des axes des brachyanticlinaux et des brachysynclinaux.

Aires anticlinales.

1° **Aire anticlinale du Mercantour.** — Je passerai très rapidement sur cette aire, décrite en détail dans mon précédent mémoire [2]; elle

1. Dans mon mémoire précédent, j'avais déjà séparé ces deux catégories en dômes et cuvettes *de première et de seconde catégorie*.

2. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, pp. 139-158.

comprend le massif cristallin, grand dôme allongé du nord-ouest au sud-est, et sa bordure de terrains sédimentaires, affectée de plis déversés vers l'extérieur du massif; ces plis alpins, qui intéressent toutes les couches sédimentaires jusqu'au Nummulitique inclus, sont assez nettement indépendants des plis hercyniens. Ils débutent vers l'extrémité nord-ouest du massif par quelques synclinaux non déversés; puis, en se dirigeant vers le sud, on voit apparaître progressivement d'autres plis qui naissent tous au bord de la cuvette synclinale de Sanguinière sans pénétrer dans celle-ci. Ces plis, très développés dans le vallon de Roja, sont de plus en plus déversés vers le sud-ouest jusqu'au plus extrême d'entre eux, qui s'est couché horizontalement sur plus de 6 kilomètres et dont le flanc normal constitue la masse supérieure du Mounier; d'autres, plus internes, bien développés aussi dans le vallon de Roja, coupent obliquement la limite des affleurements des schistes cristallins et des terrains sédimentaires et se poursuivent jusque dans l'intérieur du massif, où ils sont jalonnés par des synclinaux triasiques pincés horizontalement au milieu des schistes cristallins (course du 13 septembre).

Une observation intéressante, faite dans cette région postérieurement à la publication de mon mémoire, a été la découverte d'un lambeau de Nummulitique (calcaire priabonien et grès d'Annot), qui forme le sommet de la Cime d'Auron et y repose directement sur le Trias, tout près de la limite de celui-ci et des schistes cristallins ; la situation de ce lambeau permet d'affirmer que le Nummulitique est venu reposer directement sur ces derniers au sud de Saint-Etienne-de-Tinée, ce que j'avais déjà indiqué pour la région au nord de cette localité.

En continuant à se diriger vers Saint-Sauveur, on voit apparaître, à la base de la série sédimentaire, le Permien qui manquait jusque-là, le Trias reposant directement sur les schistes cristallins depuis l'extrémité du massif jusqu'au-delà du Vallon de Roja. D'autre part, les plis de la bordure se redressent et se resserrent fortement contre un faisceau de plis déversés en sens inverse appartenant à la ceinture du dôme de la Cime de Barrot; cette disposition est extrêmement frappante entre Roubion et Saint-Sauveur et sera vue par la Société dans la course du 12 septembre (voir le compte-rendu de cette course). Après la traversée de la Tinée, les plis de la bordure du dôme de Barrot se dirigent vers le sud et ceux de la ceinture du massif cristallin se continuent dans la direction du sud-est, mais s'atténuent graduellement entre Saint-Sauveur, Rimplas et La Bolline (voir le compte-rendu de la

course du 14 septembre). Peu marqués au voisinage de Saint-Martin-Vésubie, ils reparaissent au nord-ouest de Roquebillère, toujours déversés vers l'extérieur du massif, c'est-à-dire vers le sud-ouest.

La course du 15 septembre permettra d'étudier une disposition extrêmement intéressante et sur laquelle j'ai déjà longuement insisté dans mon mémoire ; le compte-rendu de cette course renferme quelques détails complémentaires à ma description antérieure. Sans entrer ici dans les détails, j'indiquerai que le faisceau de plis déversés vers le sud-ouest et arrivant du nord-ouest dans la région de Castel-Vieil, à l'ouest de Roquebillère, vient se perdre dans un affleurement triasique très singulier, qui se prolonge à peu près du nord au sud sur 12 kilomètres environ, presque partout jalonné par le cours moyen de la Vésubie, de Roquebillère à la cluse de Saint-Jean-la-Rivière. Au nord-est du même affleurement, à l'est de Roquebillère, vient aboutir un second faisceau de plis qui proviennent du nord-est, où ils contournent l'extrémité orientale du massif cristallin, et qui sont déversés encore vers l'extérieur de celui-ci, c'est-à-dire vers le sud-est. Ces plis disparaissent comme les précédents en arrivant au grand affleurement triasique, qui a pris sensiblement la direction bissectrice des deux faisceaux entre lesquels était compris le massif cristallin; cet affleurement est donc une sorte d'éperon anticlinal dirigé vers le sud et par lequel se termine l'aire anticlinale du Mercantour. Celle-ci est déversée vers l'extérieur, sur l'aire synclinale du Var moyen à l'ouest et sur celle de la Bevera à l'est de l'éperon ; de même celui-ci présente, sur une bonne partie de son trajet, un double déversement : vers l'ouest sur les terrains éogènes de l'aire synclinale du Var et vers l'est sur le Crétacé supérieur de celle de la Bevera. Or, le déversement vers l'ouest est la règle pour les plis de ces deux aires synclinales et le chevauchement vers l'est du bord oriental de l'éperon triasique en question est anormal et uniquement dû à ce que cet éperon est le prolongement de l'aire anticlinale, à déversement symétrique, du Mercantour.

Vers l'extrémité sud de cet affleurement, le déversement vers l'est disparaît au voisinage de la Cime de Bonvillar et l'axe triasique, auquel s'est auparavant réuni un autre venant du nord-ouest et provenant de l'aire synclinale du Var moyen, devient simplement l'axe d'un pli déversé vers l'ouest et qui, perdant bientôt son flanc renversé, se transforme en un simple chevauchement vers l'ouest. Celui-ci se prolonge vers le sud, absolument identique à d'autres chevauchements voisins situés plus à l'ouest et qui appartiennent

au faisceau de la Vésubie inférieure, et il sépare l'aire synclinale du Var moyen de celle de la Bevera, qui lui est devenue contiguë et qui chevauche directement sur elle à la limite. L'aire anticlinale du Mercantour se termine donc, au point de vue tectonique, par cet éperon dirigé vers le sud et non vers l'extrémité sud-est du massif cristallin, c'est-à-dire dans la région du Col de Tende, comme on aurait pu le penser à priori.

2° **Aire anticlinale du Var supérieur.** — Le principal accident de cette aire, décrite en détail dans mon mémoire (pp. 159-174), est le grand dôme à faible rayon de courbure et à noyau permien, de la Cime de Barrot. La couverture du Permien a été presque partout enlevée par l'érosion sur la partie méridionale du dôme, tandis qu'elle est beaucoup mieux conservée du côté nord, où les couches triasiques sont même recouvertes en certains points par le Jurassique, qui en jalonne les synclinaux. J'ai décrit la particularité très spéciale de ce dôme, qui est entouré, sur près de trois quarts de sa périphérie, par un faisceau de plis sensiblement parallèles à une courbe de niveau de la surface supérieure du Permien et déversés de toutes parts vers l'extérieur du dôme ; ces plis seront vus par la Société dans la course du 11 septembre auprès de Daluis et de Guillaumes et dans celle du lendemain entre Guillaumes, Péone, Beuil, Roubion et Saint-Sauveur (voir les comptes-rendus de ces courses). La première de ces courses permettra de se rendre compte, avec la plus grande netteté, du plongement périclinal des schistes rouges permiens vers l'extrémité occidentale du dôme ; la seconde, après nous avoir montré le faisceau de plis périphériques à une certaine distance des plis couchés de la bordure du massif du Mercantour, nous amènera à la région où se produit le resserrement des deux systèmes de plis, déversés en sens inverse. Puis nous verrons, dans la course du 14 septembre, du merveilleux observatoire qu'est le village de Rimplas, les plis périphériques du dôme continuer à tourner vers le sud pour venir se perdre dans le bord septentrional du grand synclinal du Var moyen, tandis que ceux de la bordure du massif cristallin se prolongent vers le sud-est, comme je l'ai rappelé plus haut.

Dans sa bordure méridionale, le grand dôme à noyau permien présente une disposition inverse de la précédente ; les efforts orogéniques, au lieu de se traduire par une série de rides parallèles et se déversant vers l'extérieur, ont au contraire donné naissance à une surrection très brusque du noyau du dôme et à

une véritable faille périphérique amenant la disparition des couches entre le noyau permien et sa couverture de terrains secondaires, plus ou moins incomplète à sa base, qui forme le flanc nord du grand synclinal du Var moyen ; c'est ce que nous avons pu constater dans la course d'aujourd'hui, à Pradastié, où le Trias supérieur est très incomplet et où manque complètement la série gréseuse inférieure (p. 682).

Pour achever de résumer les faits que nous verrons au passage, j'indiquerai l'existence d'un grand éperon anticlinal qui se greffe sur le dôme vers le sud-ouest et que nous suivrons depuis le Pont de Gueydan jusqu'au-delà de Sausses [1] (course du 11 septembre) et d'un autre analogue se dirigeant vers le nord-ouest, de Guillaumes vers Saint-Martin-d'Entraunes, avec un développement superbe du Trias et du Jurassique à faciès vaseux du grand géosynclinal, principalement des marnes noires oxfordiennes.

Ce même faciès sera revu dans tout le trajet de Guillaumes à Beuil ; mais le Jurassique supérieur nous y montrera, dans un petit lambeau conservé au voisinage du dôme, un faciès de calcaire blanc subcoralligène qui tranche sur la teinte habituellement très foncée des mêmes couches au voisinage. J'ai interprété ce faciès spécial, développé tout autour de Beuil dans les points où le Jurassique supérieur est conservé, comme l'indice d'une ébauche de surélévation du dôme vers la fin du Jurassique [2].

Enfin, nous verrons aussi au passage, dans la course du 11 septembre, le gisement des gypses très curieux de Sausses, sur l'interprétation desquels la discussion aura lieu après les avoir examinés sur place (p. 684).

Aires synclinales

Je laisserai de côté la *cuvette synclinale de Sanguinière*, située tout à fait dans l'angle nord-ouest de la région et sur laquelle viennent chevaucher des lambeaux des nappes de charriage de l'Ubaye, étudiées si minutieusement par MM. Haug et Kilian, ainsi que l'*aire synclinale de Castellet*, dont la bordure seule est située dans le champ de mes études, car la Société ne les traversera pas et je renverrai seulement à mon mémoire antérieur [3]. Il me restera donc à parler des trois grandes aires synclinales entre lesquelles se partage le reste de la région étudiée.

1. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, pp. 172-174.
2. Id. pp. 78-79.
3. Id. pp. 132, 146, 170.

1° **Aire synclinale du Var moyen** [1]. — Cette aire répond bien rigoureusement à sa définition, puisque nous l'avons vue aujourd'hui, dans une coupe du sud au nord dirigée de Rorebel à Pradastié par la vallée du Cians, réduite à un seul vaste synclinal à grand rayon de courbure, qui s'appuie au nord sur le noyau du dôme permien et se termine au sud par une surface de chevauchement extrêmement prononcée ; celle-ci la délimite de l'aire de l'Estéron, située au sud, et produit, à Rorebel, une dénivellation géologique des plus considérables, puisque le Trias y chevauche sur le Nummulitique de la cuvette de Saint-Antonin. Ce grand chevauchement se poursuit vers l'est, avec une direction d'abord ouest-est qui tourne graduellement au sud-est, en suivant toujours le pied méridional de la chaîne du Mont Vial, qui limite au sud le bassin moyen du Var. Il se prolonge ainsi jusqu'au Var, au sud du village de Bonson, dans la partie très élargie de son cours dirigée vers le sud et située entre les confluents de la Vésubie et de l'Estéron; nous le reverrons là, dans la course du 16 septembre, amenant toujours le Trias au-dessus du Nummulitique et disparaissant ensuite après la traversée du Var, sous l'épais manteau de poudingues pliocènes, duquel il se dégage pourtant un moment entre Aspremont et Nice (Pl. XXXIX, XL et XLI, fig. 5).

La Société a pu constater ce matin que ce grand contact anormal (d'une importance capitale pour moi, puisqu'il délimite l'aire synclinale du Var moyen, que je considère comme appartenant à la zone alpine proprement dite, de celle de l'Estéron que je serais plutôt porté à considérer comme subalpine) naît un peu à l'ouest de Rorebel aux dépens d'un anticlinal qui surgit brusquement auprès du Pas de Saint-Raphaël, formant le Mont Roccaforte (p. 680, fig. 3) et se déversant et s'étirant très rapidement déjà au Mont Rorebel (p. 680, fig. 4). A l'ouest du Pas de Saint-Raphaël, la délimitation des deux aires synclinales se fait par un autre anticlinal, celui du Mont Gourdan, qui relaie le précédent et qui présente la particularité de montrer à la fois un déversement vers le sud sur la grande cuvette de Saint-Antonin, et un chevauchement accidentel et anormal vers le nord (pp. 678-680, fig. 1, 2, 3), amenant à un moment donné la superposition directe du Trias sur le Crétacé. Si l'on suit vers l'ouest la prolongation de l'anticlinal du Gourdan, on voit le déversement accidentel vers le nord cesser à mesure que l'aire synclinale du Var moyen s'élargit [2], puis son axe

1. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, pp. 175-186.

2. Ce déversement anormal n'existe qu'au point de resserrement maximum de l'aire synclinale entre l'anticlinal en question et le dôme de la Cime de

s'abaisse brusquement par un plongement périclinal auprès du Castellet Saint-Cassien, pour se relever d'ailleurs aussi brusquement un peu à l'ouest en donnant très vite naissance à un anticlinal chevauché vers le sud et étiré avec disparition de son flanc renversé, qui se poursuit vers l'ouest sur la feuille de Castellane (Pl. XXXIX). La séparation des deux aires synclinales du Var moyen et de l'Estéron se fait donc, sur environ 50 kil. de long, par deux accidents anticlinaux venant se relayer dans ce rôle au Pas de Saint-Raphaël, ainsi que nous l'avons vu ce matin.

A l'ouest du méridien du Cians, l'aire synclinale se complique de deux cuvettes très nettes : l'une dont la Société a observé la terminaison périclinale auprès de Puget-Théniers (course du 9 septembre) [1] et qu'elle traversera obliquement entre Puget et Entrevaux (course du 11 septembre) et celle d'Agnere, qu'elle traversera aussi entre le Pont-Noir et le Pont de Gueydan, en suivant la vallée du Var.

La partie orientale de cette même aire présente aussi des faits très intéressants ; d'abord dirigée sensiblement de l'O.S.O. à l'E.N.E., elle subit un changement de direction à angle droit quand elle vient à rencontrer l'éperon triasique de la Vésubie moyenne, décrit précédemment, et elle arrive même à se diriger franchement vers le sud, lorsque la terminaison de cet éperon l'amène à être exactement contiguë à celle de la Bevera. La grande cuvette synclinale du Tournairet, qui en jalonne l'axe principal, subit cette même torsion et vient se terminer brusquement d'une façon très singulière que j'ai décrite [2] et qui sera observée dans la course du 15 septembre. En outre, on voit apparaître, sur le flanc sud du synclinal principal, une complication très importante et due manifestement à la torsion brusque de l'aire. A partir de Villars, on voit naître progressivement une série d'anticlinaux parallèles au grand anticlinal rompu du Mont Roccaforte — Mont Vial — Bonson, qui limite l'aire synclinale vers le sud et l'ouest, présentant la même torsion que celui-ci et que le synclinal principal et se déversant tous du côté de la concavité de leur courbure. Ils se resserrent de

Barrot et me semble dû à ce maximum de compression, qui a d'ailleurs produit là une série de plis secondaires observés dans la vallée de la Roudoule, au nord de l'axe de l'aire synclinale (course du 9 septembre, p. 677, fig. 1), et ce matin à la sortie de Puget-Théniers, au sud du même axe (p. 678, fig. 1). Ces plis sont déversés symétriquement *vers l'intérieur de l'aire synclinale* en question, qui se présente donc là, d'une façon tout à fait locale, avec une disposition en éventail.

1. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, Pl. VII.
2. Id. p. 178.

plus en plus jusqu'à ce qu'ils atteignent, à la traversée de la Vésubie inférieure et aux environs de Levens, une direction commune nord-sud, et ce resserrement est tel qu'il amène une véritable imbrication de tous ces plis, avec disparition plus ou moins complète, par étirement, de leur flanc renversé. Ce faisceau de plis, que j'ai désigné sous le nom de *faisceau de la Vésubie inférieure*, est la seule partie de l'aire synclinale du Var moyen qui se poursuive au-delà de la traversée de la Vésubie, puisque le synclinal central s'arrête à la Vésubie moyenne, un peu en aval de Lantosque. C'est ce faisceau seul qui, morphologiquement, représente l'aire synclinale en question à l'est du cours inférieur du Var et auprès du Littoral; il sera traversé en grande partie par la Société dans la course du 15 septembre entre la Cluse de Saint-Jean-la-Rivière et Levens et ensuite suivi jusqu'à Nice; ces plis et chevauchements, qu'on peut suivre très facilement sur la feuille géologique de Nice, sont compris entre les deux grands contacts anormaux qui délimitent à l'ouest et à l'est l'aire synclinale du Var moyen. Ils se poursuivent ensuite avec une direction sensiblement nord-sud, en s'atténuant graduellement et perdant leur déversement et en même temps ils s'étalent un peu, les plus orientaux ayant une tendance à s'infléchir vers le sud-est. Ils arrivent ainsi jusqu'à la vallée du Paillon, qu'ils ne traversent pas ou du moins dans la traversée de laquelle ils ont perdu presque toute leur amplitude; en effet, on ne trouve plus sur leur prolongement dans le fond de cette vallée que les dépôts sénoniens très ondulés et affleurant sensiblement au niveau de la mer, tandis que plus au nord les dépôts jurassiques qui en occupent l'axe atteignent et dépassent 1.000 mètres d'altitude. On peut d'ailleurs observer très nettement pour certains d'entre eux (Mont Macaron) que le plongement de l'axe jurassique est très brusquement périclinal.

J'ai donné, dans mon précédent mémoire [1], la description de ces accidents jusqu'aux environs de Levens et, dans la seconde partie de la présente note, je compléterai cette étude pour la région située plus au sud entre Levens et Nice. Dans toute cette région, c'est encore le Jurassique qui joue le principal rôle dans l'ossature de l'orographie. La chaîne jurassique du Férion se poursuit jusqu'au Mont Macaron, avec une digitation occidentale arrivant jusqu'à Tourette et Bordinas; un synclinal crétacé, assez étroit et de plus bifurqué par un dôme jurassique à l'est de Saint-Blaise, sépare ce chaînon d'un autre beaucoup moins continu (car il a été morcelé

1. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, pp. 178-186.

par l'érosion pliocène), sur lequel viennent s'appuyer à l'ouest les poudingues du Pliocène supérieur. Ce chaînon (Mont Chauve) est divisé par un synclinal crétacé en deux branches, dont l'une se termine brusquement à Saint-André par un rapide plongement du Jurassique sous le Crétacé, tandis que la plus occidentale s'enfouit graduellement sous les poudingues pliocènes au nord de Nice.

A l'est du cours inférieur du Paillon, on voit surgir, au travers du Sénonien, des dépôts plus anciens et principalement les calcaires blancs subcoralligènes et souvent dolomitiques du Jurassique supérieur, qui forment une série de crêtes dénudées s'inclinant assez doucement vers le nord et au contraire présentant d'ordinaire un versant méridional très abrupt, séparées par des dépressions intermédiaires marneuses occupées par le Crétacé. Il existe là un faisceau de plis, se transformant pour la plupart presque immédiatement en chevauchements très nets vers le sud; ce faisceau s'étend jusqu'au rivage de la Méditerranée dans la région entre Nice et Menton, et je l'ai désigné sous le nom de *faisceau du Littoral*. Il est évident, au simple examen de la carte géologique (Pl. XL) et du schéma tectonique (Pl. XXXIX), que ce faisceau est la prolongation de celui de la Vésubie inférieure, ayant subi un changement de direction à angle droit, d'ailleurs amorcé déjà par les plis de la Vésubie inférieure avant leur abaissement rapide à l'ouest de la vallée du Paillon. Le plus septentrional des plis qui réapparaissent ainsi par un brusque relèvement périclinal est celui qui forme la crête entre le Paillon de l'Escarène et le Vallon de Laghet; le bombement cénomanien qui apparaît en face du Pont-de-Peille sur la rive droite du Paillon, au milieu du Sénonien, jalonne nettement sa continuité avec celui du Mont Macaron et du Férion; quant aux autres situés plus au sud, leur correspondance avec les plis du faisceau de la Vésubie n'est pas rigoureuse et l'on peut dire plutôt qu'ils se relaient de part et d'autre d'une région d'abaissement transversal des axes, située au point de torsion et qui correspond à la vallée inférieure du Paillon. On voit, en comparant cette disposition avec celle qui existe pour le même faisceau vers la traversée de la Vésubie inférieure, où se produit aussi une semblable torsion dans la direction des plis, une différence capitale. Dans ce dernier cas, la torsion des plis présente sa *concavité* du côté où se fait normalement le déversement des plis du faisceau et celui-ci a été fortement exagéré en donnant une structure en écailles imbriquées qu'il est tout à fait facile de prévoir; de même, il est à priori presque évident qu'une torsion présentant sa *convexité* du côté où les plis ont une

tendance à se déverser ne peut que diminuer celle-ci et produire une atténuation dans le phénomène de plissement par rapport à ce qu'il est de part et d'autre du point de torsion. C'est bien ce qu'on observe, puisque tous les plis du faisceau du Littoral reprennent très vite un déversement vers le sud qui correspond exactement à celui vers l'ouest que montrent les plis du faisceau de la Vésubie inférieure.

J'ai déjà indiqué, dans des notes antérieures [1], la disposition schématique de ces divers accidents, qui seront d'ailleurs visités en partie par la Société dans ses courses des 17, 18 et 19 septembre, consacrées presque uniquement à l'étude de ce faisceau du Littoral, dont je donnerai une description systématique plus détaillée dans la seconde partie de cette note.

Ces plis appartiennent encore morphologiquement à la prolongation de l'aire synclinale du Var moyen, mais on les voit se réunir, auprès de Sainte-Agnès, au nord-ouest de Menton, à d'autres provenant nettement de l'intérieur de l'aire synclinale du Paillon, après la terminaison de la grande cuvette synclinale de Contes (qui en est l'accident synclinal le plus externe et le plus important après celle de Peira-Cava) et par suite la distinction des deux aires devient là tout à fait impossible [2].

2° **Aire synclinale du Paillon et de la Bevera.** — Dans mon mémoire antérieur [3], j'ai déjà étudié la partie septentrionale de cette aire, que j'avais alors désignée seulement sous le nom d'*aire synclinale de la Bevera*; le fait que tout le bassin des deux Paillons (de Contes et de l'Escarène) est aussi compris dans cette aire me la fait désigner sous ce double nom.

Réservant pour la seconde partie de cette note la description plus détaillée des régions que je n'avais pas étudiées dans mon travail d'ensemble et sur lesquelles je n'ai publié depuis que des notes préliminaires, je vais seulement résumer ici les grandes lignes de la structure de l'aire synclinale en question.

Celle-ci est limitée au nord par le faisceau de plis déversés vers l'extérieur du massif du Mercantour, c'est-à-dire vers le sud-est, qui passent au voisinage du Col de Raus et dont le plus externe arrive à chevaucher par pli-faille pendant un moment sur le

1. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. X, pp. 176-179 (n° 63), et pp. 554-557 (n° 69), 1898-1899.

2. On peut pourtant remarquer que les accidents de l'aire synclinale du Paillon présentent une continuité bien moins marquée que ceux du faisceau du Littoral.

3. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, pp. 194-199.

bord de la grande cuvette synclinale de Peira-Cava [1] qui fait partie de l'aire synclinale en question ; les plis qui accidentent celle-ci et qui sont très développés dans la vallée de la Roya, sont au contraire déversés vers le nord-ouest (Pl. XLI, fig. 8). Puis la limite occidentale est formée par l'éperon triasique de la Vésubie moyenne, déversé aussi vers l'est sur l'aire synclinale, jusqu'à ce qu'enfin celle-ci arrive en contact direct avec celle du Var moyen et chevauche vers l'ouest sur le bord de cette dernière par le grand contact anormal qui se poursuit de la Cime de Bonvillar jusque un peu au sud du Mont Férion ; ce dernier se résout ensuite en un simple anticlinal, dont l'axe s'abaisse brusquement au Mont Macaron et la distinction des deux aires devient alors moins nette. Pourtant nous avons vu plus haut qu'à la traversée du Paillon cet axe anticlinal est encore marqué par le bombement cénomanien du Pont-de-Peille et qu'il se relève ensuite pour former l'accident le plus septentrional du faisceau du Littoral ; mais plus loin, au voisinage de Sainte-Agnès, le pli en question se réunit à d'autres provenant nettement de l'intérieur de l'aire du Paillon, comme je l'ai indiqué plus haut, et la distinction des deux aires cesse d'exister.

La partie centrale de l'aire synclinale, correspondant aux bassins supérieurs du Paillon et de la Bevera, est caractérisée tectoniquement par le fait qu'*elle ne présente que des accidents courts* (cuvettes à centre nummulitique de Peira-Cava, de Contes, du Col de Braus, etc. ; brachyanticlinaux à noyau jurassique de la Cime de Rocca-Seira, de celle de la Graia, du Mont Ongran, du Pic de Baudon, etc.) ; les accidents anticlinaux sont le plus souvent déversés vers l'ouest et leur flanc renversé fréquemment étiré.

On peut constater, en outre, que la direction générale de ces accidents tourne graduellement du sud-ouest au sud, puis au sud-est, en même temps que la limite extérieure de cette aire synclinale, mais avec une tendance marquée à une diminution de la courbure à mesure qu'on va vers l'est. Ceci nous amène à un nouveau faisceau de plis présentant des analogies assez marquées avec les faisceaux de la Vésubie inférieure et du Littoral, mais qui présente une torsion beaucoup moins accentuée que ceux-ci ; ce faisceau est principalement développé dans la vallée de la Roya, entre Fontan et Breil, puis dans celle de la Bevera en aval de Sospel et arrive jusqu'au littoral à l'est de Menton, où il devient à peu près contigu au faisceau du Littoral et où nous le verrons dans la course du 18 septembre. Le faisceau en question (*faisceau*

1. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, Pl. V, fig. 8.

de la Roya), qui présente certains accidents spéciaux sur lesquels j'insisterai dans l'étude de détail, forme donc la partie orientale de l'aire synclinale de la Bevera, dont la partie centrale se comporte comme une vaste aire déprimée, compliquée seulement d'accidents elliptiques discontinus qui font à peine affleurer en quelques points les calcaires jurassiques et le Crétacé inférieur au travers du Crétacé supérieur, recouvert par le Nummulitique dans les parties les plus déprimées tectoniquement; au contraire, dans les deux faisceaux qui la limitent à l'ouest et l'est, les calcaires jurassiques et même le Trias sont portés à de grandes altitudes et forment toute l'ossature du relief. Cette partie centrale de l'aire du Paillon et de la Bevera répond donc d'une façon extrêmement nette à la définition d'une aire synclinale, de même que les régions moyennes des aires de l'Estéron et du Var moyen, qui sont aussi presque uniquement occupées par le Crétacé supérieur et le Nummulitique, tandis que le Jurassique et le Trias sont au contraire très développés et portés à de grandes altitudes sur leurs bords. C'est ce que la carte géologique structurale (Pl. XL) met bien nettement en évidence.

3° **Aire synclinale de l'Estéron.** — Cette région, qui se présente topographiquement plutôt comme subalpine, sera à peine entrevue par la Société, qui pourtant en a observé ce matin, du haut du formidable chevauchement de Rorebel, les accidents les plus proches et a même touché, au village de La Penne, les sédiments éogènes de la grande cuvette synclinale de Saint-Antonin. Cette région n'est compliquée que par des brachyanticlinaux, souvent alignés en chapelets, et par quelques brachysynclinaux dont le plus important est la grande *cuvette synclinale de Saint-Antonin*, qui présente vers son extrémité occidentale un petit dôme résultant d'une inversion complète de courbure et se divise, à son extrémité, orientale, en plusieurs digitations séparées par des anticlinaux intermédiaires, dont l'un présente un chevauchement marqué, vers le sud, du Crétacé supérieur sur les sables oligocènes. D'ailleurs, une partie des brachyanticlinaux sont semblablement déversés vers le sud avec chevauchement et disparition du flanc renversé. C'est dans cette région que j'ai pu démontrer le plus nettement que les accidents tectoniques alpins avaient été ébauchés avant le dépôt du Nummulitique [1].

Cette aire est limitée au sud par le grand anticlinal jurassique du Cheiron, le premier des grands plateaux calcaires élevés et dis-

1. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, pp. 189-190 et fig. 33, p. 191.

posés en gradins successifs, résultant du chevauchement vers le sud des crêtes jurassiques sur les régions déprimées longitudinales de Crétacé ; cette région, qui s'étend jusqu'à Grasse, constitue la *zone des hauts plateaux calcaires* (*zone préalpine* de M. Guébhard) étudiée par MM. Guébhard et Zürcher et parcourue par la Société dans les courses préliminaires. Si le programme de la réunion ne comprend pas la traversée de l'aire synclinale de l'Estéron, la Société en verra du moins la terminaison vers l'est (course du 16 septembre) et constatera que cette aire, compliquée dans toute sa longueur par plusieurs rangées d'accidents très marqués, se réduit, avant d'arriver au Var, *à un unique synclinal complètement étiré et réduit à son flanc sud*, chevauché par la bordure de l'aire synclinale du Var moyen et chevauchant à son tour vers le sud sur un synclinal analogue et, lui aussi, complètement réduit à son flanc sud. Ce second synclinal représente aussi à lui seul toute la terminaison orientale de la large zone des hauts plateaux calcaires, qui occupe plus à l'ouest toute la largeur comprise entre le Cheiron et Grasse. Par suite, toute la région qui s'étend de Grasse au Gourdan ou approximativement à Puget-Théniers, soit sur plus de 40 kil. de largeur, vient se terminer absolument en pointe au point où le grand chevauchement du Mont Vial traverse le Var, et même la ligne de contact anormal frontale des Alpes, avec chevauchement du Secondaire sur le Miocène, qui est jalonnée par les grands escarpements de Grasse et de Vence, se dévie vers le nord au lieu de traverser le Var et arrive sur sa rive droite au confluent du Var et de l'Estéron. L'élargissement marqué du cours du Var entre le Pont Charles-Albert et Saint-Martin du Var correspond donc à une convergence extrêmement remarquable de lignes tectoniques de premier ordre et les aires de l'Estéron et des hauts plateaux calcaires ne traversent pas le Var, dont toute la rive gauche jusqu'au littoral, à l'exception des dépôts pliocènes extra-alpins, appartient par suite à l'aire synclinale du Var moyen, c'est-à-dire à la région franchement alpine.

Terrains extra-alpins

Miocène. — Je n'ai pas observé, sur la rive gauche du Var, de témoins certains des molasses miocènes ni de ces masses puissantes de brèches pontiennes que M. Zürcher a figurées sur sa carte au pied du grand chevauchement frontal et qui, bien que déposés en dehors de la chaîne alpine proprement dite, ont été recouverts par le chevauchement datant des derniers efforts orogéniques qui ont amené la chaîne à son état de dislocation actuel. Ces brèches,

à éléments souvent très gros et que M. Zürcher considère avec raison comme des formations de pied de falaise, ne se distinguent pas des brèches d'éboulis récentes lorsqu'on ne les trouve pas dans une situation stratigraphique permettant de fixer leur âge; peut-être un lambeau que j'ai figuré avec la teinte du **A** sur la route d'Aspremont à Saint-Blaise, au nord-est de Castagniers, et certaines brèches plaquées sur le flanc du Mont Chauve, pourraient-ils être rapportés à cette formation; mais je n'ai aucune preuve stratigraphique du fait et, dans le doute, je préfère conserver provisoirement la notation **A**, qui ne fait qu'indiquer un mode de formation, sans âge bien déterminé.

Pliocène. — Par contre, les formations pliocènes sont bien développées, du moins les poudingues du delta torrentiel du Var, que la Société traversera en chemin de fer de Nice à Saint-Martin-du-Var le 16 septembre et dont elle verra, le 15, un témoin plus élevé situé à côté de Levens, sur l'ancienne route de Nice à Saint-Martin-Vésubie. Ce témoin, situé à une altitude d'environ 550 mètres, est le plus élevé que je connaisse et devait être très voisin de la tête de ce grand delta ou plutôt de ce grand estuaire triangulaire qui a été comblé par des apports provenant en grande partie du massif cristallin par la Vésubie du Pliocène supérieur, qui passait par ce col de Levens. Ce n'est que plus tard, après la surélévation terminale de la région, que le Var pléistocène s'est creusé un lit ayant à peu près le cours du lit majeur actuel et que la Vésubie s'est aussi creusé les gorges imposantes par lesquelles elle rejoint actuellement le Var. Les galets sont disposés en lits très inclinés (15 à 20°), alternant parfois avec des lits plus sableux et même argileux, qu'ils ravinent irrégulièrement suivant les alternatives de crues et de calme et les déplacements irréguliers du courant principal. Mais l'ensemble de la formation, lorsqu'on l'examine d'une des croupes qui séparent les ravins très profonds et à parois abruptes qui entaillent ces poudingues et qu'on restitue par la pensée la surface primitivement continue, ou bien lorsqu'on la domine du haut d'une des crêtes jurassiques avoisinantes, se montre disposé suivant une portion de cône extrêmement surbaissé, à génératrices inclinées seulement de 3 °/₀ environ jusqu'à une faible distance du rivage actuel et à une cote voisine de 180^{m}, où la chute devient plus forte et voisine du plongement réel des couches. C'est donc tout à fait le caractère d'un cône de déjection torrentiel formé en eau à peu près calme, comme pouvait être celle d'un golfe étroit et profond, et qu'un mouvement de surélévation générale, allant en s'accentuant du rivage vers l'intérieur, aurait amené ensuite à son altitude actuelle.

Les argiles bleues inférieures à ces poudingues, avec leur faune marine bien connue, ne se montrent que rarement sur la rive gauche du Var ; j'en ai cependant figuré quelques gisements au voisinage de Nice et la Société pourra, dans sa course du 16 septembre, en voir un très beau développement dans la carrière d'argile de Saint-Martin-du-Var, exploitée pour la céramique.

Enfin, dans la course du 18 septembre, nous verrons un lambeau de poudingues situé auprès de Roquebrune et nous discuterons sur place son origine (voir le compte-rendu de cette course).

Pléistocène. — En dehors des alluvions anciennes des divers cours d'eau, les sédiments pléistocènes sont relativement peu abondants. Pourtant il existe, le long du littoral, une série de formations de rivage surélevées actuellement jusqu'à une cinquantaine de mètres d'altitude, en lambeaux trop peu étendus pour être figurés sur la carte, car fréquemment ce ne sont que des remplissages de fentes [1]. J'en ai pourtant indiqué un lambeau assez étendu sur l'isthme de la presqu'île de Saint-Jean et un autre auprès de la gare P.-L.-M. de la Turbie, qui me paraît se relier intimement à une très puissante formation de brèches d'éboulis située au pied de la Tête-de-Chien et englobant les gisements de projections labradoritiques voisins du Cap d'Aggio et de Monaco que nous étudierons dans la course du 19 septembre.

C'est aussi au Pléistocène que se rapportent *les brèches ossifères* anciennement connues du château de Nice et de Monaco; dans la course du 17 septembre, nous aurons l'occasion de voir ces dernières, avec les ossements qu'elles renferment.

II. — Description sommaire de la région voisine du Littoral à l'est du Var

Cette région appartient tout entière à l'aire synclinale du Paillon et de la Bevera et aux faisceaux de plis et chevauchements de la Vésubie inférieure, du Littoral et de la Roya, dont j'ai indiqué plus haut les caractères généraux. Je passerai très rapidement sur les détails des divers accidents tectoniques de cette région, car ils ressortent nettement de l'examen de la feuille géologique de Nice au 1/80.000, qu'il sera très utile d'avoir sous les yeux pour la lecture de cette note.

1. L'une d'elles a été vue par la Société dans sa course du 17 septembre sur le versant oriental du Mont Boron.

A. Faisceau de la Vésubie inférieure.

Pour la partie située au nord de Levens, je n'aurais que quelques petites modifications de détail sans importance à apporter à la description que j'en ai donnée dans mon *Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes*. La coupe 1 de la Pl. XLI passe un peu au sud de celle de la fig. 15 de la Pl. V du mémoire en question, et permet de faire le raccordement de mes anciennes observations avec celles que j'ai faites plus au sud ; je vais suivre brièvement les divers plis de ce faisceau jusqu'à leur terminaison vers le sud, en partant de la partie orientale du faisceau, c'est-à-dire de l'accident qui limite à l'ouest l'aire synclinale du Paillon.

Le grand contact anormal du Mont Férion (XLI, 1) [1], avec chevauchement vers l'ouest du Jurassique supérieur sur le Crétacé supérieur, dont j'ai rappelé plus haut la genèse plus au nord, disparaît presque au sommet en question ; en effet, à 1 km. au sud, le flanc renversé reparaît presque complet (XLI, 2) et, un peu plus loin, ce n'est plus qu'un anticlinal légèrement déversé vers l'ouest qui sépare les deux aires du Paillon et du Var moyen (XLI, 3).

Un peu après le Col de Férion, cet anticlinal redevenu normal se complique légèrement par l'apparition d'un synclinal, marqué par deux lambeaux de Crétacé affleurant au milieu des calcaires jurassiques (XLI, 4) et qui produit une digitation de cet anticlinal en deux branches ; l'anticlinal oriental, qui prolonge directement l'accident principal, s'abaisse à partir du Mont Macaron (XLI, 5 et 9), dont le sommet est déjà formé par le Crétacé supérieur, et à partir de ce point (XLI, 6), le Jurassique et le Crétacé inférieur ne reparaissent plus au travers de leur couverture plus récente jusqu'au Paillon, où seul un petit bombement cénomanien visible sur la rive droite du Paillon, un peu en aval du confluent des deux Paillons, marque le passage de cet accident, ainsi que je l'ai indiqué plus haut. Quant à l'anticlinal occidental, après avoir présenté près de Tourette un léger déversement avec étirement vers l'ouest (XLI, 5) et un petit accident transversal au confluent des deux vallons entre lesquels se trouve bâti le village de Tourette, son axe jurassique s'enfonce aussi définitivement sous le Crétacé avant d'arriver à la croupe sénonienne qui se dirige du Col de Bordinas vers le sud-ouest (XLI, 6) et le fond du Paillon ne montre sur son prolongement que des ondulations des couches sénoniennes visibles auprès de la Trinité-Victor (XLI, 7).

1. Pour les renvois aux figures des planches de coupes XLI et XLII, j'indiquerai seulement le numéro de la planche et celui de la figure.

A l'ouest de cet anticlinal, vient une bande synclinale de Crétacé très étroite et qui est bientôt suivie par une réapparition anticlinale du Jurassique assez complexe. Vers le nord (*Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes*, Pl. V, fig. 15), le Jurassique qui forme la crête descendant du Castelard vers le nord chevauche vers l'ouest sur le Crétacé supérieur, qui repose régulièrement plus à l'ouest sur une nouvelle série crétacée inférieure et jurassique anticlinale, avec noyau triasique visible dans le fond de la vallée de la Vésubie au Cros d'Utelle et qui chevauche à son tour vers l'ouest sur une nouvelle série crétacée. Au sommet même du Castelard (XLI, 1), le chevauchement oriental s'est transformé en un simple anticlinal et le synclinal sur lequel il était déversé n'est plus marqué que par un simple lambeau de Crétacé inférieur; par contre, le chevauchement occidental est toujours très marqué et amène le Trias sur le Crétacé. Un peu plus au sud, à la hauteur de Levens (XLI, 2), l'anticlinal du Castelard s'est complètement réuni à l'accident occidental et on n'a plus qu'une série jurassique chevauchant sur le Crétacé par l'intermédiaire d'une nappe triasique; un lambeau de Trias situé dans un bas-fond au sud-est de Levens, au milieu du Jurassique supérieur, me semble être un témoin de ce chevauchement isolé par l'érosion et conservé grâce à une ondulation synclinale. D'ailleurs, à 1 kilom. plus au sud, on trouve une large plaine triasique, où l'affleurement du Trias atteint 1 kil. de largeur environ et qui résulte d'une conservation plus grande de la nappe chevauchante, qu'on voit nettement sur la carte s'avancer par dessus le Crétacé (XLI, 3); un fragment de la charnière anticlinale, conservé sous la forme d'un lambeau de dolomie infraliasique et de calcaire jurassique supérieur, sur lequel est construite la chapelle de Saint-Bernard, permet d'apprécier exactement l'importance du chevauchement. Cet accident se termine d'ailleurs très vite à partir de ce point par un prolongement périclinal rapide des couches qui fait disparaître le Jurassique et le Crétacé inférieur sous le Cénomanien.

Peu après vers le sud et relayant pour ainsi dire cet accident anticlinal, on voit se former un bombement des calcaires jurassiques long de quelques kilomètres, ou plutôt un demi-dôme, car il présente la particularité assez anormale d'avoir sa partie orientale affaissée (XLI, 4). Cet anticlinal, sur le flanc sud-ouest duquel se trouve un lambeau de poudingue pliocène assez étendu, se termine brusquement à la hauteur du Mont Cima, et on n'en retrouve pas de trace plus au sud, au milieu du Crétacé supérieur

provenant de la réunion des deux bandes synclinales qui embrassent cet accident.

L'anticlinal suivant est celui qui se montre dans le fond de la cluse inférieure de la Vésubie, un peu en amont du confluent avec le Var, marqué par un simple bombement de l'Oxfordien au milieu des calcaires jurassiques supérieurs (XLI, 1); cet accident est caractérisé, au point de vue stratigraphique, par une composition plus complète du Jurassique qu'il fait apparaître par rapport à celle que celui-ci présentait plus à l'est, où il était réduit aux calcaires terminaux du Jurassique superposés à l'Infralias par suite de la transgression que j'ai signalée. A la hauteur de Levens, construit sur le flanc est de cet anticlinal, celui-ci est légèrement faillé avec une tendance au chevauchement vers l'ouest (XLI, 2), qui s'accentue davantage un peu plus au sud, amenant le contact du Trias avec les divers niveaux du Jurassique (XLI, 3); l'axe triasique très large de cet anticlinal se relie ensuite à un autre plus occidental qui passe au col situé entre Castelvecchio et le village de la Roquette, par un relèvement de l'axe du synclinal intermédiaire occupé par les couches jurassiques et crétacées inférieures du Mont d'Arpassé et de Castelvecchio, qui portent à près de 500 m. d'altitude un témoin des poudingues pliocènes.

Cet anticlinal voisin vient des environs de Malaussène, près de Villars-du-Var, et prend naissance au point où commence à se produire la torsion de l'aire synclinale du Var moyen; longeant toujours à faible distance le grand contact anormal qui limite celle-ci vers le sud-ouest, il est jalonné par des boutonnières de Jurassique au milieu du Crétacé, puis par un bombement de Trias situé au milieu du Jurassique à 2 km. au N.N.O. de Bonson, dans le fond d'un vallon descendant du Revest au Var. Cet anticlinal, déversé au sud-ouest comme tous les autres plis du faisceau mais non rompu et étiré, passe ensuite au village même de Bonson (XLI, 1) et traverse obliquement le Var pour arriver au collet qui isole le village de la Roquette, comme je viens de l'indiquer. L'axe triasique commun résultant de la confluence des deux plis précédents disparaît pendant un moment sous l'extrémité nord du grand affleurement des poudingues pliocènes, puis s'en dégage de nouveau pour reparaître entre Castagniers et le Mont Cima (XLI, 4) et, après une nouvelle interruption par le golfe pliocène situé au nord-est d'Aspremont, se montrer au pied nord du Mont Chauve d'Aspremont.

A partir de ce point, le Trias n'affleure plus sous sa couverture de Jurassique, mais l'axe anticlinal est jalonné par une traînée

presque continue d'Oxfordien au milieu des calcaires supérieurs du Jurassique, qui se suit du col situé entre le Mont Chauve d'Aspremont et celui de Tourette (XLI, 5) jusqu'au gisement connu depuis longtemps au pied de Falicon, dans le fond du Riou-Sec (XLI, 6).

Entre Falicon et Saint-André, un petit synclinal de Crétacé inférieur complique cet anticlinal, qui se termine brusquement à côté de Saint-André par une petite faille amenant le Sénonien en contact avec le Jurassique supérieur.

Le synclinal qui longe cet anticlinal au sud-ouest et le sépare du pli-faille qui limite l'aire synclinale du Var moyen, passe au village de la Roquette, puis se retrouve sur le flanc ouest du Mont Chauve d'Aspremont, jalonné par des dépôts crétacés qui s'élargissent fortement au sud-est du Mont Chauve pour former le large synclinal situé au sud-ouest de Falicon (XLI, 6) et au milieu duquel naissent sur la rive droite du Paillon les deux anticlinaux de Jurassique et de Trias de Saint-Pons et de Cimiez (XLI, 7), qui constituent l'amorce du faisceau du Littoral et font exception à la règle que j'ai indiquée précédemment pour la naissance des plis de ce faisceau seulement sur la rive gauche du Paillon [1].

Quant au flanc occidental de ce synclinal, il constitue le flanc normal du pli-faille qui forme la limite de l'aire du Var moyen, jalonné par le Trias et ordinairement privé de son flanc renversé. Celui-ci, qui manque au sud-ouest de Bonson (XLI, 1), apparaît partiellement un moment au sud de ce village (XLI, 2), depuis la chapelle de N. S. des Sales jusqu'au fond du Var, où il est formé par l'Infralias et les calcaires terminaux du Jurassique, transformés en ce point en une dolomie cristalline sableuse et très blanche. Sur la rive gauche du Var jusqu'à Saint-Martin-du-Var, le contact anormal est masqué par les alluvions et, d'ailleurs, il ne se ferait là qu'entre des couches triasiques identiques existant sur les deux rives du Var par suite de la convergence remarquable de plusieurs chevauchements ayant le Trias à leur base, qui existe en ce point et que j'ai décrite plus haut. A partir de Saint-Martin-du-Var, la couverture de poudingues pliocènes ne permet plus de suivre l'accident jusqu'au pied du versant ouest du Mont

1. Les alluvions pléistocènes du plateau de Cimiez paraissent d'ailleurs indiquer que le Paillon quaternaire contournait en partie ces bombements jurassiques et que le cours actuel, de la Chapelle de Bon-Voyage à Nice, est récent ; sa direction est d'ailleurs toute différente de celle qui existe en amont et qui est bissectrice de celles des deux faisceaux de la Vésubie inférieure et du Littoral.

Chauve d'Aspremont, où l'on revoit encore le Trias chevauchant directement sur le Sénonien (XLI, 5); puis, de nouveau, les poudingues pliocènes empiètent sur le flanc normal du chevauchement, qui se dirige franchement au sud et dont les couches jurassiques, affectées de petits plis à la bifurcation des routes de Nice à Aspremont et au Mont Chauve (XLI, 6), disparaissent à leur tour sous le Pliocène, qui arrive à reposer directement, au quartier Saint-Barthélemy, sur le Sénonien du synclinal situé plus à l'est. Toute trace du chevauchement est ensuite invisible à partir de là jusqu'à la mer.

B. Faisceau du Littoral.

Les plus méridionaux parmi les accidents de ce faisceau ont été plus ou moins fragmentés par l'érosion marine et, auprès de Nice, par celle des cours d'eau arrivant à la mer.

C'est ainsi qu'une bande de calcaires jurassiques [1], la plus méridionale, se montre très morcelée en : un lambeau affleurant au milieu des poudingues pliocènes entre le vallon de Saint-Philippe et la mer; un autre formant le Rocher du Château de Nice et isolé entre le cours actuel du Paillon et le port; un troisième formant le Mont Boron et le Mont Alban et présentant un plongement très faible vers le sud (XLII, 1) avec une tendance à un léger relèvement synclinal vers son extrémité; un quatrième formant l'extrémité de la presqu'île de Saint-Jean, à partir de ce hameau jusqu'au Cap Ferrat. Ce dernier plonge à Saint-Jean vers le nord-est (XLII, 2) sous une cuvette synclinale occupée par le Crétacé et le Nummulitique de Beaulieu et dont la partie occidentale est seule conservée, le reste étant recouvert par la mer; on peut d'ailleurs constater que cette cuvette s'ouvrait largement vers l'est, puisque le Cap de Saint-Hospice est formé par le Sénonien du bord sud de cette cuvette et que le Jurassique se relève seulement au Cap Roux (XLII, 3) pour former un anticlinal qui borde cette cuvette au nord.

Cet anticlinal, à peu près symétrique au Cap Roux, devient dissymétrique et même légèrement déversé au sud en se dirigeant vers l'ouest (XLII, 2); l'axe jurassique s'abaisse graduellement de 376 m. jusqu'à 180, puis brusquement, à Villefranche, les calcaires jurassiques de cet anticlinal descendent au niveau de la mer en chevauchant sur l'extrémité occidentale de la cuvette de Beaulieu.

1. Dans toute cette région, quand je ne préciserai pas l'âge exact de ces calcaires, ce terme désignera l'ensemble des calcaires de teinte claire, subcoralligènes et souvent dolomitiques, allant de l'Oxfordien au Tithonique.

Celle-ci se termine avant d'arriver à Villefranche, où les calcaires jurassiques du Cap Roux arrivent à reposer directement sur ceux du Mont Alban, suivant une ligne de contact anormal difficile à suivre au premier abord, mais que j'ai pu jalonner par quelques très petits lambeaux étirés d'Infralias subsistant à la base du chevauchement. Le tunnel du chemin de fer entre la gare de Villefranche et celle de Nice-Riquier a d'ailleurs été creusé en partie dans les gypses triasiques situés à la base de ce chevauchement; de plus, par suite de la terminaison du synclinal intermédiaire entre les deux nappes jurassiques en contact, l'accident diminue graduellement d'importance, et à partir du Col de Villefranche (XLII, 1) du côté de Nice, il n'y a plus qu'un anticlinal à axe triasique recouvert par l'Infralias et les calcaires jurassiques, qui se retrouve sur la rive droite du Paillon, où les gypses sont largement développés et exploités dans le soubassement de la colline de Cimiez (XLI, 7); nous avons vu d'ailleurs que cet anticlinal se termine presque immédiatement par un plongement des calcaires jurassiques sous le Crétacé, dont il est très facile de se rendre compte malgré la couverture d'alluvions pléistocènes et de poudingues pliocènes qui masque le contact.

Le synclinal qui borde cet anticlinal au nord se voit nettement sur la rive droite du Paillon, où il abaisse le Sénonien au niveau de la vallée entre les couvents de Cimiez et de Saint-Pons (XLI, 7); son axe se relève rapidement sur la rive gauche, où il ne subsiste qu'un petit lambeau de Crétacé inférieur, à 200 m. d'altitude environ, au nord du Col de Villefranche (XLII, 1). Au sud-est de la Cime de Vinaigrier, le Crétacé supérieur reparaît dans le synclinal; mais celui-ci est immédiatement chevauché par l'anticlinal qui le suit au nord, avec étirement de son flanc renversé, comme on le voit sur la route qui monte de Villefranche au Col des Quatre-Chemins (course du 17 septembre) et comme l'indique la coupe a de la Pl. XLII, prise un peu plus à l'est. Ce synclinal s'élargit de nouveau en descendant à la Mer d'Eze, au nord du Cap Roux (XLII, 3), puis se rétrécit extraordinairement à la Pointe de Cabuel, dont l'extrémité est formée par des calcaires jurassiques plongeant au nord sous une lame extrêmement mince de Crétacé recouverte par le flanc renversé de l'anticlinal situé au nord. La continuité du synclinal crétacé permet d'admettre que le Jurassique supérieur de l'extrémité de la pointe de Cabuel correspond au flanc nord de l'anticlinal du Cap Roux ; de même, au sud de l'anticlinal situé plus au nord on voit reparaître, au nord-ouest de la station de la Turbie et au nord du Cap Mala (non dénommé sur la carte),

une bande synclinale très étroite de Crétacé supérieur, que la continuité de l'anticlinal situé au nord nous permet de considérer comme la prolongation de celui de la Mer d'Eze et de la Pointe de Cabuel. Au sud de ce synclinal crétacé et plongeant au nord sous le Sénonien, on retrouve une bande de calcaires jurassiques, d'abord masquée par une épaisse couverture de brèches que la Société géologique examinera dans sa course du 19 septembre auprès du Cap d'Aggio, en même temps que les formations éruptives bien connues de cette localité ; ces calcaires jurassiques, qui forment le rocher de Monaco (XLII, 5) et le bas de Monte-Carlo, sont donc encore la suite du flanc nord de l'anticlinal du Cap Roux, dont l'axe ne se montre sur aucun des affleurements ainsi isolés; aussi, sur la carte tectonique (Pl. XXXIX), j'ai figuré cet axe en pointillé à partir du Cap Roux, suivant à quelque distance la ligne des promontoires de la côte. Je crois aussi pouvoir rapporter au même flanc d'anticlinal, mais d'une façon plus douteuse, un affleurement des calcaires jurassiques formant la Pointe de la Vieille (fig. 1, p. 665), un autre qui perce au travers des poudingues de Roquebrune au nord-ouest du village (fig. 2, p. 666), et enfin le grand affleurement du Cap Martin, qui est recouvert à son extrémité nord-ouest par les mêmes poudingues et plonge au nord-est sous le Sénonien qui entoure la cuvette éogène de Menton (XLII, 13). Le tracé de cet anticlinal, d'abord presque ouest-est, tournerait donc au nord-est et presque au nord entre Monaco et Roquebrune, puis brusquement au sud-est au Cap Martin; nous verrons d'ailleurs que les accidents suivants présentent les mêmes inflexions, encore plus marquées.

L'anticlinal qui vient ensuite au nord prend naissance aussi sur la rive droite du Paillon (XLI, 7), en face de la chapelle de Bon Voyage : il se dirige d'abord au sud-est, au sud de la colline du Mont Gros (XLII, 1), avec un axe infraliasique visible sur la crête; cet axe passe ensuite au Col des Quatre-Chemins, puis au nord de la Cime de Pacanaglia (XLII,2), où les cargneules triasiques apparaissent dans l'axe au travers de l'Infralias, à la base duquel on a trouvé des traces de combustibles comme au voisinage de Monaco. Cet axe triasique et infraliasique traverse la route de la Corniche dans un ravin situé auprès du point 470 et se dirige dans la direction du village d'Eze pour reparaître (l'Infralias seul) à la Pointe de Cabuel, presque immédiatement au-dessus du Crétacé extrêmement réduit du synclinal précédent et seulement séparé de lui par une lame très mince de Jurassique ; le flanc renversé de l'anticlinal a donc ici presque complètement disparu. Au voisinage du Col des

Quatre-Chemins et du Mont Pacanaglia (XLII, 2), il existe une ondulation secondaire parallèle et un chevauchement sur le synclinal précédent que j'ai indiqué déjà. Les couches formant cet anticlinal descendent ensuite très rapidement jusqu'à Saint-Laurent, où le Crétacé du flanc nord arrive au niveau de la route de la Corniche inférieure, puis elles remontent aussi vite vers le nord-est, où le Jurassique du flanc normal constitue le sommet de la Tête de Chien (XLII, 4) et arrive jusqu'au village de La Turbie, bâti en partie sur les calcaires jurassiques et en partie sur le Crétacé du flanc nord. L'axe de cet anticlinal couché est jalonné par des calcaires oxfordiens, fossilifères au-dessus de la gare de La Turbie (P.L.M.), plus haut que la route de la Corniche inférieure, et ensuite, sur tout le flanc est de la Tête-de-Chien, par l'Infralias bien visible sur le chemin muletier de Monaco à La Turbie ; le flanc renversé existe dans tout ce trajet, formé par les calcaires jurassiques surplombant le Sénonien [1]. Auprès de La Turbie cet anticlinal se dirige vers le nord, mais il s'y termine par plongement du Jurassique sous le Crétacé inférieur et le Cénomanien, qui existent sur son flanc nord et à son extrémité.

Je crois pouvoir rapporter à une surélévation du même axe anticlinal le bombement jurassique du point 283 au nord de Monaco, de forme à peu près elliptique, qui se termine vers l'est sans arriver au rivage, formé de Crétacé supérieur, ce qui indique un plongement très rapide de l'axe ; ce dôme est fortement déversé vers le sud et l'Infralias y chevauche directement sur le Sénonien (XLII, 5). Un petit lambeau de calcaire jurassique avec Infralias à la base, reposant aussi sur le Sénonien à Sainte-Dévote, me semble être une partie du front de ce chevauchement affaissée par rapport à la grande masse. L'axe anticlinal que je viens de suivre me paraît se terminer là, à moins que le Jurassique de la Pointe de la Vieille et du Cap Martin ne doive lui être rapporté, au lieu d'appartenir au précédent.

L'anticlinal suivant naît sur la rive gauche du Paillon et du vallon de Laghet tout auprès de La Trinité-Victor (XLII, 2); presque immédiatement apparaît le chevauchement vers le sud du noyau jurassique sur le Sénonien, avec étirement complet du flanc renversé. C'est sur cette bande jurassique que se trouve la ligne des forts de la Corniche [La Drette, Le Feuillerin (XLII, 3), La Revère] et elle se prolonge par la Cime de Forna (XLII, 4) et le Mont de la Bataille jusqu'au Col de Guerre, chevauchant toujours

1. L'absence de Crétacé inférieur et de Cénomanien me semble là être due à une lacune stratigraphique.

nettement vers le sud; l'échancrure produite dans cette nappe par le sommet du ravin que suit la route de La Turbie à Laghet, montre bien l'enfoncement du Sénonien sous le Jurassique, et l'apparition de l'Infralias à la base de celui-ci (XLII, 4).

Au Col de Guerre, la continuité de cet accident est troublée par l'existence d'une faille importante, ayant produit un abaissement marqué de la partie à l'ouest par rapport à celle qui est à l'est du col et qui forme le soubassement du Mont Agel. Il est très facile de suivre la base du chevauchement à partir du Col de Guerre jusqu'au-dessus de la Pointe de la Vieille; on voit apparaître au-dessus du Sénonien l'Infralias (XLII, 5), reposant sur les gypses du Trias dans des galeries de recherche de combustibles faites à Font-Divine (XLII, 6). Au-dessus du chevauchement principal on trouve un reploiement en genou de la nappe, bien visible depuis le Col de Guerre, où affleure une petite bande infraliasique (oubliée au tirage de la feuille de Nice), et qui peut se suivre au milieu des calcaires jurassiques jusqu'à une nouvelle réapparition de l'Infralias et même du Trias à un petit col situé à l'ouest du Mont Gros (fig. 1),

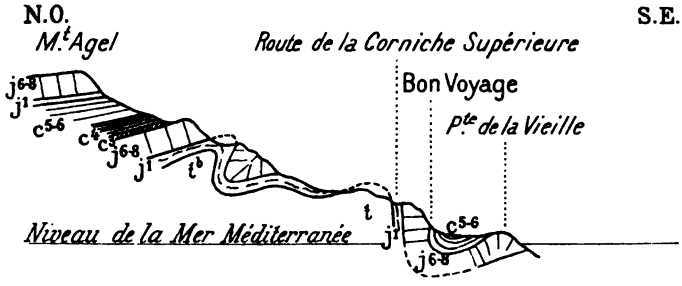


Fig. 1. — Coupe du Mont Agel à la Pointe de la Vieille. — Echelle 1/50000. — t^b Trias supérieur; j^1, Infralias; j^{6-8}, Jurassique supérieur; c^3, Albien c^4, Cénomanien; c^{5-6} Turonien (?) et Sénonien [1].

et qui tourne progressivement au nord (fig. 2), puis au N. N. O. à l'ouest de Gorbio, où l'axe triasique de ce pli parallèle au grand accident reparaît au fond du Cirque des Cabanelles (XLII, 11). Quant à l'accident principal, il subit une torsion analogue en diminuant graduellement d'importance; en descendant le chemin qui va de Font-Divine à La Vieille et qui suit presque exactement la limite du

1. Les notations employées dans cette coupe et dans les suivantes (notes de M. Léon Bertrand) sont les mêmes que dans son Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes; elles sont indiquées dans la légende des Pl. XLI et XLII. Ce sont, avec quelques légères modifications, les notations de la Carte géologique de France au 1/320000 et non celles de la Carte au 1/80000; la correspondance des deux notations est d'ailleurs indiquée dans la légende des planches en question.

Sénonien du synclinal inférieur, on voit apparaître l'axe triasique qui manquait jusque-là à la base du chevauchement, puis les couches du flanc sud apparaissent à leur tour au sud de Ricard : d'abord l'Infralias, puis les calcaires jurassiques en bancs verticaux ou à peine déversés à leur base, exploités aux carrières de Bon-Voyage (fig. 1). Ces calcaires sont suivis régulièrement par les couches crétacées visibles çà et là sous les éboulis, en sorte que le chevauchement avec contact anormal que nous avons suivi depuis le Paillon vient cesser ici. L'axe du pli, ainsi reconstitué, tourne au nord comme celui du repli secondaire, en passant à l'est du sommet du Mont Gros, puis au N.N.O. par Malpas (fig. 2) et aussi visible dans le vallon des Cabanelles à l'ouest de Gorbio, où

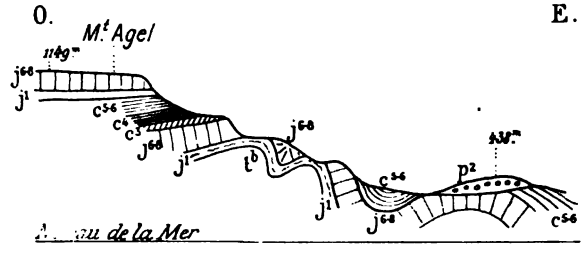


Fig. 2. — Coupe du Mont Agel à la croupe située au nord de Roquebrune. — Echelle 1/50000; — tb, j^1, j^{6-8}, c^3, c^4, c^{5-6}, même signification que dans la fig. précédente ; p^2, poudingues pliocènes de Roquebrune.

il existe un petit étirement faisant là disparaître l'Infralias du flanc oriental, en même temps qu'un très léger renversement du Jurassique sur le Sénonien de Gorbio (XLII, 11). Ces deux plis parallèles sont en partie recouverts par une nappe plus interne de Jurassique, avec Infralias à la base, qui forme le couronnement du Mont Agel et de la Cime Garigliano, dont nous verrons plus loin l'origine ; le pli secondaire paraît se perdre en s'enfonçant sous la Cime Garigliano, tandis que la bande infraliasique qui marque l'axe du pli principal vient buter contre une faille dirigée au sud-est et qui vient du Col de la Madone de Gorbio (XLII, 8 et 9) et reparaît, de l'autre côté de cette faille, dirigée vers le nord-est dans le soubassement de la Cime de Gorbio, pour se perdre au nord de Gorbio dans les escarpements jurassiques très plissés de la Cime Biancon (XLII, 10).

L'anticlinal suivant est le dernier du faisceau du Littoral et c'est en même temps celui qui donne naissance au chevauchement le plus important qui existe dans cette partie des Alpes-Maritimes. On peut d'ailleurs constater nettement que ce faisceau est caractérisé par le fait que *les divers plis qui le constituent et qui se sont*

imbriqués les uns par dessus les autres sont d'autant plus déversés et chevauchés qu'ils sont plus élevés, c'est-à-dire plus internes. Cet anticlinal paraît être bien exactement la réapparition de celui du Mont Férion et du Mont Macaron (faisceau de la Vésubie inférieure), jalonné à la traversée du Paillon par le bombement cénomanien du Pont-de-Peille ; le Jurassique surgit de nouveau au travers du Crétacé, à l'est de Drap, au nord du vallon de Laghet, dont il couronne le versant droit et, comme pour l'anticlinal précédent, il y a immédiatement étirement complet du flanc renversé et chevauchement des calcaires jurassiques vers le sud sur le Sénonien (XLII, 3 et 4), tandis que le flanc nord s'enfonce régulièrement sous le Crétacé, puis sous le Nummulitique de l'aire synclinale du Paillon et appartient tectoniquement à celle-ci. Le chevauchement de cet accident atteint déjà une grande amplitude auprès de Peillon, comme on peut le constater en suivant le chemin de La Turbie à Peille, où une dépression creusée au milieu de la nappe jurassique permet d'observer, à Rabellin, le substratum sénonien à un kilomètre en arrière du front actuellement conservé du chevauchement et de constater en même temps l'intercalation graduelle de l'Infralias à la base de la nappe jurassique chevauchante (XLII, 5). On voit de même plusieurs digitations du Crétacé, à l'ouest de la Cime des Cabanelles, dont l'une est longue de 1 km. environ, qui proviennent d'une érosion complète de la nappe et permettent d'apprécier avec certitude l'importance du chevauchement (XLII, 6). La faille du Col de Guerre, déviée là vers le nord-est, intéresse aussi la nappe en question, en relevant la partie orientale, c'est-à-dire le massif du Mont Agel, par rapport à celle qui est à l'ouest; son amplitude devient d'ailleurs de plus en plus faible vers le nord et la dénivellation est insignifiante auprès de la Cime des Cabanelles. Le chevauchement atteint son maximum d'amplitude au Mont Agel, car tout le couronnement de ce sommet important est formé par une nappe d'Infralias et de Jurassique chevauchant sur le Sénonien du pli précédent et qui constitue aussi tout le grand plateau élevé des Cimes des Cabanelles, Garigliano et de Morgelle ; la racine de cette *nappe de l'Agel* se trouvant à peu près au-dessous de la Cime de Morgelle, *le chevauchement a ici atteint 3 kilomètres* (XLII, 6). Cette nappe jurassique, qui affleure au nord jusqu'au village de Peille, est brusquement interrompue au Col de la Madone de Gorbio par une faille dirigée du nord-ouest au sud-est, qui abaisse brusquement la partie nord-est et amène le Sénonien normalement superposé au Jurassique en question jusqu'au contact avec celui-ci (XLII, 8). Cette faille produit *un rejet vers le sud*

des contours de la partie orientale, provenant uniquement du plongement des couches vers le nord et non d'un décrochement horizontal le long de la faille; la prolongation du Jurassique supérieur de la Cime de Morgelle et de celle de Garigliano se retrouve à la Cime de Gorbio (XLII, 9), chevauchant toujours vers le sud, avec l'Oxfordien et l'Infralias à sa base, par dessus la prolongation de l'anticlinal plus externe venu du Mont Gros. Ces deux plis arrivent finalement à se réunir dans les escarpements de la Cime Biancon (XLII, 10), avec une direction commune vers l'est et même vers le sud-est à leur terminaison.

C. Aire synclinale du Paillon et de la Bevera.

L'accident tectonique important que je viens de décrire formant la limite de l'aire synclinale du Paillon, on voit que celle-ci chevauche fortement vers le sud, sur presque toute la longueur comprise entre le Château de Drap et Gorbio, par dessus le faisceau du Littoral, de même que vers l'ouest elle chevauchait sur le faisceau de la Vésubie inférieure ; l'intensité de ce chevauchement vers le sud est d'ailleurs beaucoup plus considérable que celui qu'elle présente vers l'ouest et qui n'existe qu'entre la Cime de Bonvillar et celle de Férion. Par contre, sa limite est seulement théorique dans le Crétacé supérieur à la traversée du Paillon et elle n'existe plus à partir de la Cime Biancon.

J'ai déjà décrit, dans mon mémoire antérieur, les principaux accidents du nord de cette aire synclinale et en particulier les suivants dont je vais simplement rappeler l'existence :

Cuvette synclinale de Peira-Cava, occupée en son centre par une puissante série éocène et oligocène (Flysch et grès d'Annot, avec prédominance du premier faciès au nord et du second au sud) et présentant vers son extrémité nord un déversement symétrique de ses bords vers l'intérieur.

Brachyanticlinal de la Cime de Rocca Seira, rompu et chevauché en son milieu vers l'ouest.

Cuvette synclinale de Contes et Coaraze, renfermant en son centre un beau développement des grès d'Annot (XLI, 1, 4, 9), et se terminant au sud à La Palarea (XLII, 4).

Cuvettes de la Cime du Savel et de l'Escarène, jalonnant un synclinal nummulitique situé à l'est de la cuvette précédente, avec tendance au déversement vers l'ouest bien marquée pour l'anticlinal intermédiaire dans sa partie septentrionale (XLI, 1), mais disparue auprès de l'Escarène (XLI, 4 et 9).

Brachyanticlinal à noyau jurassique naissant à la Cime de la Piastra, se déversant fortement à la Cime de la Graïa (XLI, 4) et présentant un étirement complet de son flanc renversé à la traversée du Vallon de Braus, en amont de Touët-de-l'Escarène, pour disparaître à 1 km. 1/2 de là, sous le Mont Panard (XLI, 9).

Cuvette synclinale du Col de Braus (XLI, 4), occupée par les calcaires et marnes nummulitiques, mais ne renfermant plus les dépôts arénacés supérieurs.

Accident anticlinal complexe à noyau triasique de Sospel, sur lequel j'ajouterai plus loin quelques détails complémentaires.

Synclinaux nummulitiques déversés vers le sud-ouest, situés nord de cet accident et dont je redonne ici une coupe (XLI, 9).

Accidents complexes avec chevauchements et grand développement du Trias, commençant au Col de Brouis (XLI, 9) et se développant auprès de Breil (XLI, 8) (*faisceau de la Roya*).

Je vais d'abord indiquer les quelques accidents tectoniques situés plus au sud et que je n'avais pas étudiés dans mon précédent mémoire, puis donner quelques détails complémentaires sur certains de ceux que j'avais décrits. La caractéristique des accidents de l'aire synclinale du Paillon et de la Bevera est, ainsi que je l'ai déjà indiqué, leur peu de longueur ; ce sont des brachyanticlinaux et des brachysynclinaux; les premiers sont en général marqués par un noyau de Jurassique supérieur, surgissant au milieu du Sénonien qui occupe la plus grande partie de cette aire.

Au sud-est de l'Escarène, le Paillon pénètre dans un bombement de Jurassique qui naît sur sa rive gauche (XLI, 9) et d'où il ressort au Moulin de Caubettes, où commence déjà à se produire un chevauchement du Jurassique sur le Sénonien, dirigé vers le sud-est (même direction que pour le chevauchement de la nappe voisine de l'Agel dans le voisinage de ce point) ; ce chevauchement amène le Jurassique au sommet de la colline qui domine le village de Peille du côté nord, par dessus le Sénonien du flanc nord de la nappe de l'Agel (XLII, 6). Ce Jurassique chevauche même par dessus un autre accident analogue, mais beaucoup moins étendu, formé d'une lame très mince de Jurassique surmontée par le Crétacé inférieur et le Cénomanien et poussée sur le Sénonien, qu'on observe au-dessous de Gaudissart, dans le flanc gauche d'un ravin qui descend se réunir au Paillon au pont de Caubettes.

Ce petit accident est parallèle à un autre brachyanticlinal beaucoup plus important dirigé vers l'E.S.E., qui naît au Rocher du Pied-de-Jacques (XLII, 7), chevauche immédiatement vers le sud-ouest avec disparition du flanc renversé et élève le Jurassique

au Pic de Baudon (1.263 m.) (XLII, 8), pour passer ensuite à la Cime de Bausson (XLII, 9) et venir. entre la Cime Biancon et Sainte-Agnès (XLII, 10), chevaucher sur l'anticlinal précédent (nappe de l'Agel) et finalement se fusionner avec lui au sud de Sainte-Agnès.

Au nord du Rocher du Pied-de-Jacques, un nouveau brachy-anticlinal (qui paraît jalonner le même axe que celui du Mont Panard), fait surgir le Jurassique au milieu du Crétacé au Mont Ongran (1.039 m.) avec chevauchement vers le sud (XLII, 7).

Un nouveau bombement périclinal, appartenant peut-être au même axe, se produit au sud-est et donne naissance à la Pointe Siricocca (1.065 m.), formée de calcaires jurassiques chevauchant vers le sud-ouest (XLII, 9) ; le profond vallon qui descend du Collet de Bausson à la mer permet de constater la réapparition du flanc renversé et l'existence d'un axe infraliasique et triasique au-dessous et au nord-est de Sainte-Agnès (XLII, 10) ; on voit ensuite ce pli venir converger avec les trois autres dont j'ai déjà indiqué la réunion entre Gorbio et Sainte-Agnès, et tout cet ensemble complexe s'abaisse très brusquement au sud-est pour s'enfoncer sous le Crétacé et le Tertiaire de la cuvette de Menton, sans montrer de traces ni introduire de complications dans celle-ci.

Faisceau de la Roya. — Au nord du bombement de la Pointe Siricocca et séparé de lui seulement par un étroit synclinal de Crétacé inférieur et de Cénomanien, se termine au Pic de Garuche un anticlinal beaucoup plus long (XLII, 9), dont l'axe infraliasique apparaît sur la crête entre le Pic de Garuche et le Mont Orso ; puis le Trias se montre à son tour sur le flanc oriental de ce dernier sommet (XLII, 8) et forme une traînée continue jusque sur le flanc oriental du Mont Avellan (XLII, 7), où il se réunit au large affleurement de Sospel. Cet anticlinal, dirigé au N. 30° O., passe ensuite au Col de Saint-Jean, au pied du fort du Barbonet, où son flanc ouest est localement étiré ; il est difficile de le suivre plus loin au milieu du Trias, mais il me paraît très probable que le renversement vers le sud-ouest du Jurassique et du Crétacé inférieur au pied de la Tête de La Lavina (XLI, 9) tient à la prolongation de cet axe, qui irait se terminer un peu au-delà de la Cime de Penas, sur la rive gauche de la Bevera, où le Jurassique et le Crétacé inférieur reconstituent un anticlinal qui s'enfonce sous le Sénonien.

Sur cet axe triasique vient s'en greffer, à angle droit, un autre dirigé vers le sud-ouest, qui passe sur le versant nord-ouest du Mont Avellan et dont la couverture jurassique se termine par un

plongement périclinal un peu au-delà du Mont Meras, formé d'une sorte de demi-dôme jurassique.

Un axe anticlinal parallèle à celui du Pic de Garuche et d'ailleurs peu important se voit un peu à l'est de celui-ci (XLII, 8 et 7) et se dirige suivant le cours du Merlanson vers Sospel, séparé du précédent par le lambeau synclinal d'Infralias et de Jurassique qui porte le fort du Barbonet.

Un large synclinal crétacé vient ensuite de la région des Monti (XLII, 10) et se termine à mi-chemin de Castillon à Sospel, affecté par des replis secondaires dont l'un, qui aboutit auprès de Castillon, paraît se continuer vers le sud par la faille de Menton (XLII, 12).

Puis vient un autre axe anticlinal très aigu, formé par les calcaires jurassiques et les dolomies infraliasiques, qui surgit au sud à la Pointe de la Pena (XLII, 10), se poursuit par le point 858 (XLII, 9), le Pic de la Sella, le Mont Razet (XLII, 8) et va en s'élargissant dans la direction de Sospel (XLII, 7), où son axe triasique apparaît et se réunit au grand affleurement transversal de Sospel.

Séparé du précédent par un nouveau synclinal crétacé qui passe au Col Razet et se termine vers le nord à la Graïa d'Albarea, on retrouve un nouvel anticlinal de calcaires jurassiques qui arrive jusqu'à la mer et y délimite vers l'est la cuvette synclinale de Menton; cet anticlinal forme la crête frontière et son axe se montre au Pont-Saint-Louis, pour passer au Castel de Lupo (XLII, 13), au Roc d'Ormea (XLII, 12), où s'observe l'axe infraliasique, visible ensuite jusqu'à la Tête de Cuore (XLII, 7). Le Trias se montre lui-même sur le versant ouest du Mont Granmondo (XLII, 9) et sur le versant du Mont Mulacier (XLII, 8). Cet anticlinal traverse la vallée de la Bevera et se termine aux granges de Perus; son axe triasique se réunit au grand affleurement de Sospel, qui se termine d'ailleurs vers l'est au passage de ce pli, dont le flanc oriental d'Infralias, Jurassique et Crétacé traverse régulièrement la Bevera.

Le grand affleurement triasique de Sospel est donc dû à une surélévation des axes des trois anticlinaux principaux : 1° Pic de Garuche — Cime de Penas; 2° Mont Razet; 3° Mont Granmondo, par suite d'une ondulation transversale qui se traduit, sur le versant ouest du Mont Diaurus, par un anticlinal dont j'ai déjà donné le croquis dans mon mémoire antérieur (p. 197, fig. 34). Il est difficile de suivre son trajet vers l'ouest; peut-être l'éperon, dirigé du S.O. au N.E., du Mont Méras serait-il en relation avec cet

accident. Pourtant le contact direct du Trias avec le Sénonien, qui s'observe sur tout le bord septentrional de l'affleurement triasique et que j'ai interprété précédemment comme résultant d'un étirement dans le flanc nord non renversé d'un anticlinal transversal, indiquerait plutôt une direction générale O.N.O.-E.S.E. pour cet accident, à moins qu'il ne s'agisse d'un bombement anté-sénonien suivi d'un arasement ayant permis au Sénonien de se déposer directement sur le Trias, *la lacune devenant alors stratigraphique*, du moins en grande partie. Cette seconde hypothèse, que je n'avais pas envisagée dans mon précédent mémoire, est rendue vraisemblable par l'existence, dans la région entre Sospel et Menton, d'une transgression locale du Sénonien ayant amené celui-ci sur le Jurassique, dans le bord oriental du synclinal de Castillon et des deux côtés de celui du Col Razet, et même jusque sur l'Infralias à l'extrémité du premier de ces synclinaux, sur la route de Sospel à Castillon.

Une étude minutieuse de la terminaison du contact du Trias avec le Sénonien et des rapports de ce dernier avec le Crétacé inférieur et le Jurassique serait nécessaire pour trancher définitivement la question; en l'absence d'une solution certaine, j'indique ce contact sur la carte tectonique (Pl. XXXIX) en pointillé noir, c'est-à-dire comme un contact anormal hypothétique.

Au nord de la Bevera, on ne retrouve plus les calcaires jurassiques, mais seulement le Sénonien et le Nummulitique affectés de nombreux plissements, dont les principaux situés au nord de Sospel sont marqués par deux synclinaux de Nummulitique (avec le Flysch au centre du principal), qui sont fortement déversés vers l'ouest (XLI, 9) et qui présentent une variation continue de direction depuis le nord-ouest jusqu'au nord-est, lorsqu'on les suit de leur extrémité méridionale vers le nord. Ces deux synclinaux principaux (suivis à l'est par d'autres plus petits, puis par une large cuvette qui naît sur le versant sud de la Cime de Bosc et se dirige au sud-est sur le territoire italien par le village de Penna) me semblent pouvoir être considérés comme formant approximativement la prolongation de ceux de Castillon et du Mont Razet.

Au Col de Brouis (XLI, 9), entre les vallées de la Bevera et de la Roya, on voit brusquement surgir au milieu des calcaires nummulitiques un nouvel affleurement triasique qui s'élargit beaucoup vers le nord-est dans la vallée de la Roya, en se compliquant de plis et chevauchements marqués par les calcaires jurassiques et quelques lambeaux crétacés. Cet affleurement me paraît avoir une origine très analogue à celui de Sospel et pouvoir donner des

éclaircissements sur celui-ci. Au Col de Brouis, ce Trias est en contact comme à l'emporte-pièce avec le Nummulitique, qui présente un plongement périanticlinal autour de l'extrémité sud de l'affleurement triasique et *dont un lambeau subsiste à la surface du Trias d'une façon paraissant bien indiquer que le Nummulitique s'est déposé là sur le Trias.* Je suis convaincu qu'il s'agit là *d'un anticlinal anténummulitique, qui a été érodé jusqu'au Trias avant le dépôt du Nummulitique*; cet accident s'est de nouveau accentué pendant les plissements alpins proprement dits et le Trias a pu venir déborder latéralement jusque sur le Flysch d'un petit synclinal parallèle à son bord sud-est. Le contact qui se fait entre le Trias et le Crétacé supérieur sur une partie du bord de l'affleurement triasique pourrait être aussi en partie d'origine tectonique récente et en partie dû à des mouvements antésénoniens. La difficulté d'observer les contacts dans ces régions cultivées ou couvertes d'éboulis rend presque impossible de trancher la question. Quoi qu'il en soit et laissant de côté la détermination du rôle relatif des mouvements de divers âges dans l'état actuel des choses, je vais indiquer les grandes lignes de la structure de ce faisceau, dans lequel, à une altitude inférieure à la crête sénonienne de l'Arboin et de la Gonella (1844 m.), apparaissent les calcaires jurassiques très développés dans les sauvages gorges de la vallée de la Roya, en amont de Breil, et de son affluent la Maglia.

Les plis de cette région, dirigés franchement du nord-est au sud-ouest, sont au nombre de trois principaux, accidentés de quelques plis secondaires, et ils se transforment sur une partie de leur parcours en chevauchements très marqués vers le nord-ouest, qui s'empilent les uns par dessus les autres, comme le montre la fig. 8 de la Pl. XLI. Le Jurassique supérieur y prend un développement considérable et repose directement sur le Trias, qui apparaît çà et là à la base des écailles imbriquées, à la partie supérieure desquelles le Crétacé inférieur se montre seulement en lambeaux discontinus, sauf pour la plus élevée qui est surmontée par la série crétacée complète, avec une formidable épaisseur du Sénonien formant toute la crête frontière et quelques lambeaux de Nummulitique sur les sommets les plus élevés. Ces trois accidents principaux naissent vers le nord-est sur la rive gauche de la Roya, dans la région de Saorge, et traversent en écharpe la vallée pour venir graduellement se perdre dans le grand affleurement triasico-jurassique situé au nord-ouest de Breil. L'aire synclinale de la Bevera se réduit, vers son extrémité, à un simple synclinal de Crétacé supérieur compris entre les plis de la bordure

du massif cristallin déversés au sud-est et le plus occidental des trois chevauchements précédents, qui fait déborder largement le Trias vers le nord-ouest sur le Crétacé supérieur, entre le Fort du Mart et Colla-Bossa (XLI, 8). Même, vers la traversée de la Roya auprès de Fontan, ce synclinal se réduit encore davantage et le plus occidental des chevauchements du faisceau de la Roya est contigu aux plis périphériques du massif du Mercantour, et ce n'est qu'un peu plus au sud-ouest que le synclinal s'ouvre davantage pour donner naissance à la grande cuvette de Peira-Cava, qui renferme une très grande épaisseur de sédiments éogènes.

Quant au raccordement des trois plis principaux du faisceau de la Roya avec ceux qui existent plus au sud, il est assez difficile de l'indiquer d'une façon certaine, par suite de l'absence de continuité des axes triasiques et jurassiques. Les calcaires jurassiques des deux plis septentrionaux se perdent après avoir traversé la Maglia, sous l'épaisse masse plissée de Sénonien de la Gonella et de l'Arboin, et le troisième arrive au Col de Brouis, de la façon que j'ai indiquée, c'est-à-dire que son axe triasique y disparaît brusquement sous le Nummulitique. Il me paraît néanmoins vraisemblable d'admettre qu'il y a une correspondance à peu près exacte entre l'anticlinal le plus extérieur du faisceau, c'est-à-dire le plus proche de la partie centrale de l'aire de la Bevera, et celui dont le noyau jurassique surgit à la Cime de Penas et que nous avons suivi jusqu'au Pic de Garuche ; de même l'anticlinal moyen correspondrait à peu près exactement à celui qui sépare les deux principaux synclinaux nummulitiques au nord de Sospel, jalonné par le ruisseau de Béolet (XLI, 9) et se raccorderait, par dessus le Trias de Sospel, à l'anticlinal du Mont Razet. L'accident le plus interne serait à peu près le prolongement de l'anticlinal de la Tête de Cuore et du Mont Granmondo, qui arrive jusqu'à la mer.

Ces correspondances des plis ne sont qu'approximatives ; mais, si la continuité n'est pas parfaite, on peut dire en tous cas que les trois anticlinaux principaux qui partent de l'affleurement triasique de Sospel pour se diriger vers le S.S.E. *relaient* ceux du faisceau de la Roya proprement dit et appartiennent au même faisceau, ainsi que je l'ai dit dans la première partie de cette note et que je l'ai indiqué sur les coupes 7 à 10, 12, 13 de la Pl. XLII.

Pour terminer, il me reste à dire quelques mots de la *Cuvette synclinale de Menton*. Celle-ci présente, au point de vue stratigraphique, la particularité de ne montrer les calcaires nummulitiques à *N. perforatus* que dans sa partie orientale, tandis qu'auprès de

Gorbio les marnes bleuâtres priaboniennes reposent directement sur le Sénonien. Cette cuvette s'intercale vers le nord-ouest entre les plis du faisceau du Littoral, car nous avons vu que les deux plus septentrionaux passent au nord de Gorbio, tandis que le suivant forme le Cap Martin. Le synclinal crétacé si étroit à la Pointe de la Vieille s'ouvre donc largement dans l'angle nord-ouest de cette cuvette, dont les dépôts sénoniens reposent directement et en concordance sur le Jurassique du Cap Martin (XLII, 13) et, avec un léger renversement, sur celui de l'anticlinal du Mont Gros (XLII, 11). Nous avons vu aussi que le faisceau des plis qui viennent converger entre Gorbio et Sainte-Agnès ne se répercute pas sur la régularité de la bordure de cette cuvette. Par contre, le synclinal de Castillon, l'anticlinal du Mont Razet, le synclinal du Col Razet et un autre pli secondaire parallèle et de moindre importance se poursuivent dans la région de Monti, de Castellar et même de Menton (XLII, 10, 12, 13) par des synclinaux et anticlinaux affectant le Sénonien, les calcaires et marnes nummulitiques et les grès molassiques oligocènes (grès de Menton). La faille de Menton est exactement dirigée suivant une parallèle aux plis du faisceau de la Roya dans son voisinage; elle disparaît au nord de Monti, ou plutôt ne met plus en contact que des couches sénoniennes, dans lesquelles on peut toutefois suivre des changements de plongement qui montrent que cette faille appartient au faisceau des plis voisins et résulte de la rupture d'un anticlinal secondaire.

Tels sont, brièvemement résumés, les principaux accidents intéressant les couches alpines proprement dites et qui, joints à la description que j'avais donnée précédemment, me permettent de donner une esquisse de la structure compliquée de cette région. Je ne me dissimule d'ailleurs pas, en raison du temps relativement restreint que j'ai pu employer à parcourir cette vaste région des Alpes-Maritimes, que beaucoup de détails seront à préciser; la Société compte heureusement plusieurs de ses membres actifs dans la région, et j'espère que mes confrères pourront pousser à fond les études de détail, qui permettront de se faire une idée aussi exacte que possible de cette belle et intéressante partie de nos Alpes françaises.

Compte-rendu de la course du 9 Septembre

par M. Léon BERTRAND.

L'après-midi du 9 septembre a été consacrée à l'étude du Nummulitique du synclinal de Puget-Théniers et de la série crétacée dans la vallée de la Roudoule. Le Nummulitique a été étudié sur la rive gauche de la Roudoule, en suivant le sentier qui part du cimetière de Puget-Théniers pour s'élever au Collet d'Aubricks [1]. Il débute par un calcaire très compact et sableux à la base, renfermant *Nummulites perforatus*, var. à bord tranchant, et *N. Lucasanus* ; puis viennent des calcaires plus marneux à *N. biarritzensis* (*N. contortus*) et *N. striatus* et quelques autres fossiles (*Turritella imbricataria*, *Natica sigaretina*, *Trochocyathus allonsensis*, etc.) ; ces derniers deviennent très abondants, avec une série nombreuse d'autres fossiles, parmi lesquels prédominent les Polypiers libres et *Serpula spirulæa*, dans les marnes bleuâtres supérieures du Priabonien, surtout fossilifères vers leur base. Cette série continue d'assises, qui va du Lutétien au Priabonien, est surmontée, dans la partie du synclinal de Puget-Théniers située à l'ouest de la Roudoule, par des sables blancs quartzeux à peine cimentés, qui représentent l'équivalent des grès d'Annot et du Flysch et que je considère comme oligocènes, en grande partie du moins, en admettant que la limite entre l'Éocène et l'Oligocène puisse ne pas coïncider exactement avec celle des marnes bleuâtres à *Serpula spirulæa* et des sables en question. Ces dépôts arénacés sont les derniers qui se soient formés dans le synclinal nummulitique de Puget-Théniers, ainsi que dans les autres de la région.

Les membres de la Société ont pu constater que, même à Puget-Théniers, la concordance entre le Nummulitique et le Sénonien n'est pas rigoureuse, bien qu'on soit dans l'axe d'un synclinal. Les lambeaux de Nummulitique conservés, en divers points de la région, en dehors de l'axe des grands synclinaux montrent qu'il y a eu d'importants plissements à la fin du Crétacé, suivis d'un arasement, au moins partiel, des reliefs ainsi produits avant le dépôt du Nummulitique.

Après être redescendus au cimetière de Puget-Théniers, nous avons suivi la route de la Roudoule jusqu'au pont suspendu de Saint-Léger (fig. 1). Cette course nous a permis d'observer le magnifique exemple de relèvement périsynclinal fourni par la termi-

1. Léon BERTRAND. Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, p. 107.

naison orientale de la cuvette synclinale de Puget-Théniers et Entrevaux [1], et d'examiner la constitution de la série crétacée, bien développée et ne présentant que quelques plis sans grande

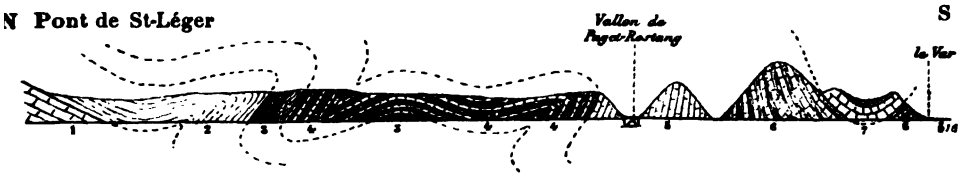


Fig. 1. — Coupe de la rive gauche de la Roudoule en aval du pont de St-Léger.
1, Calcaires jurassiques supérieurs : 2, Néocomien et Barrémien ; 3, Marnes noires aptiennes et albiennes ; 4, Cénomanien ; 5, Turonien ; 6, Sénonien ; 7, Nummulitique.

importance, légèrement déversés vers le sud. On a traversé successivement les marnes gris-bleuâtre et les calcaires sénoniens, où l'on a recueilli des Inocérames et des *Micraster* ; d'autres calcaires plus durs paraissant être turoniens ; les marnes noirâtres avec bancs de calcaire gréseux jaunâtres à la surface, du Cénomanien ; les marnes noires qui représentent vraisemblablement la série des assises de l'Albien et de l'Aptien supérieur ; les calcaires avec lits marneux intercalés du Barrémien et probablement aussi de l'Aptien inférieur ; les calcaires durs à Criocères de l'Hauterivien ; les marnes grisâtres du Valanginien et enfin les couches de Berrias, faisant le passage, sans trace de discontinuité, avec les calcaires jurassiques. Ces derniers forment une barre que la Roudoule traverse dans une clue remarquable, sur laquelle sont jetés les trois ponts qui marquent des étapes successives dans la viabilité du chemin de Saint-Léger. L'heure étant avancée, les membres de la Société ayant pris part à cette course préliminaire ont seulement constaté la superpo-

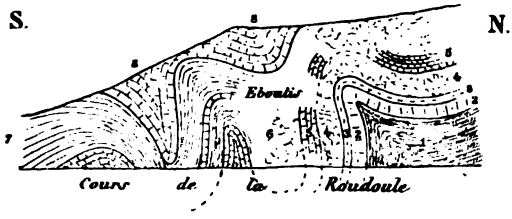


Fig. 2. — Plis de la bordure du dôme de la Cime de Barrot, dans la vallée supérieure de la Roudoule (rive droite) en face de la chapelle de Saint-Sébastien.
1. Schistes rouges permiens ; 2. Quartzites ; 3. Grès bariolés ; 4. Cargneules inférieures ; 5. Calcaires ; 6. Cargneules supérieures ; 7. Plaquettes calcaires alternant avec des marnes noires (Infralias) ; 8. Calcaires liasiques.

1. Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, pl. VII.

sition des calcaires terminaux du Jurassique aux marnes noires oxfordiennes, sans avoir le temps de poursuivre la coupe fournie par la Roudoule jusqu'au Permien du dôme de la Cime de Barrot, que l'on apercevait tout près dans le fond de la vallée, et sont rentrés directement à Puget-Théniers; ils n'ont donc pu voir sur place les plis périphériques du dôme bien marqués par l'allure des couches triasiques, que j'ai décrits antérieurement et qui sont représentés dans la fig. 2.

Compte-rendu de la course du 10 Septembre

par M. **Léon BERTRAND**.

(Pl. XLIV, fig. 1).

La Société est partie de Puget-Théniers à 6 heures par la route du Pas de Saint-Raphaël, qui montre d'abord le Sénonien, puis le Cénomanien du bord sud du grand synclinal étudié la veille ; ces terrains sont affectés par un anticlinal peu important, mais ayant un léger déversement vers le nord qui fait pendant aux plis de la Roudoule, vus dans la course précédente de l'autre côté de l'axe du synclinal principal et déversés vers le sud : j'ai indiqué

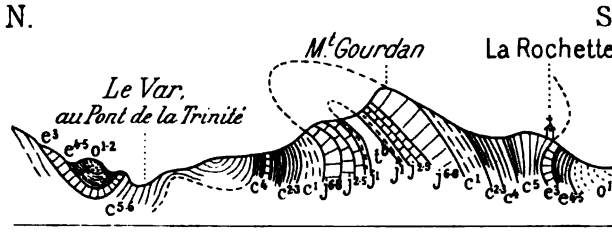


Fig. 1. — Coupe de l'anticlinal du Gourdan, dans la partie où il est déversé vers le nord, mais sans étirement du flanc renversé. — Echelle 1/80000.

tb. Trias supérieur ; j^1, Infralias ; j^{2-5}, Lias, Jurassique moyen, Callovien, Oxfordien ; j^{6-8}, Calcaires jurassiques supérieurs ; c^1, Néocomien et Barrémien c^{2-3}, Aptien et Albien ; c^4, Cenomanien ; c^{6-8}, Turonien et Sénonien ; c^3, Calc. lutétien à *Numm. perforatus* ; c^{4-5}, Bartonien et Priabonien ; o^{1-2}, Sables oligocènes de Puget-Théniers et de St-Antonin.

dans la note générale [1] la signification de ces plis secondaires. Puis, après la traversée d'une région presque complètement

1. Voir p. 647, note infrapaginale.

couverte d'éboulis des crêtes jurassiques supérieures, qui laissent çà et là paraître les marnes noires albiennes et aptiennes et les couches néocomiennes (toute la série crétacée est absolument régulière vers le sud-ouest), nous sommes entrés dans le Jurassique, complet et bien reconnaissable, caractérisé par le fait qu'il est presque uniquement formé de dépôts calcaires. D'autre part, toutes ces couches plongent régulièrement vers le sud et constituent une série absolument *renversée vers le nord*, jusqu'à l'Infralias fossilifère et au Trias supérieur, qui affleure à la traversée d'un grand ravin ; ce Trias est recouvert ensuite par une série régulière et normale des mêmes assises jurassiques plongeant toujours au sud (fig. 1). Il existe donc sur le versant nord du Gourdan un anticlinal isoclinal fortement *couché vers le nord* ; d'ailleurs, un peu à l'est de la route, le Trias descend très rapidement vers le fond de la vallée et s'étale en formant le soubassement du plateau du Breuil, où il repose directement sur le Crétacé (Albien et Cénomanien) par un chevauchement très marqué avec étirement complet de tout le flanc renversé du pli (fig. 2.)

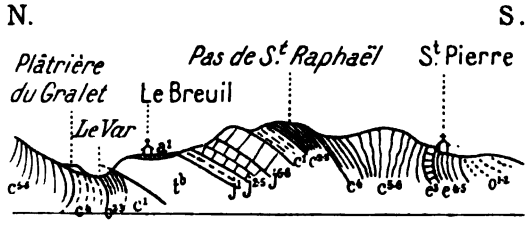


Fig. 2. — Coupe de l'anticlinal du Gourdan. dans la partie où l'etirement complet du flanc renversé amène la superposition du Trias au Crétacé du grand synclinal du Var moyen. — Echelle : 1/80000. Même légende que pour la fig. 1.

Le Pas de Saint-Raphaël correspond aux marnes aptiennes-albiennes, qui reposent régulièrement sur le Jurassique supérieur du Gourdan [1] par l'intermédiaire de la série des calcaires marneux néocomiens et barrémiens légèrement réduite au col. Le Crétacé inférieur se divise, à partir du col, en deux bandes ; l'une accompagne régulièrement le flanc normal de l'anticlinal du Gourdan dans son mouvement de descente vers le fond de la vallée du Var, corrélatif de celui que j'ai signalé pour l'axe triasique, et le sépare d'un nouvel affleurement de calcaires jurassiques, qui naît brusquement au milieu du Crétacé inférieur par une saillie péri-

1. Il est à remarquer que ces calcaires du Jurassique supérieur commencent à prendre le faciès de calcaires blancs si constant dans toute la région plus au sud, tandis qu'au nord ils sont généralement de teinte très foncée, souvent noirs.

clinale extrêmement brusque et constitue le mont Roccaforte : l'autre bande de Crétacé inférieur suit le pied sud de cet affleurement (fig. 3). Ce nouvel anticlinal relaie celui du Gourdan, qui disparaît un peu à l'est, et il va constituer un grand accident tectonique, d'une importance capitale pour l'interprétation de la région.

La Société est descendue du Pas de Saint-Raphaël à La Penne, traversant toute la série crétacée supérieure avec des faciès semblables à ceux observés dans la course de la veille (notons le grand développement des Spongiaires et des Inocérames dans le Sénonien), puis le Nummulitique légèrement renversé vers le sud et qui constitue le flanc nord de la grande cuvette synclinale de Saint Antonin, dont le centre est occupé par de puissants dépôts sabbleux contemporains de ceux de Puget-Théniers (Pl. XLIV, fig. 1).

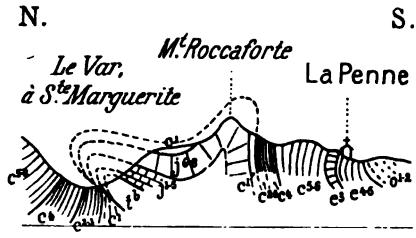


Fig. 3. — Naissance de l'anticlinal du Roccaforte au sud de celui du Gourdan, encore déversé au nord et étiré. — Échelle : 1/80000. Même légende que pour la fig. 1.

Ensuite on est remonté à la route directe du Pas de Saint-Raphaël à Rorebel et, de la crête séparant le bassin du Var de celui de l'Estéron, on a pu constater que l'anticlinal du Roccaforte commence, presque dès sa naissance, à *se renverser vers le sud*, avec étirement de la série crétacée renversée ; au Mont Rorebel, le Jurassique supérieur repose déjà directement sur le Sénonien (fig. 4). Enfin, au village même de Rorebel, on a observé que l'Infralias, puis le Trias apparaissent dans l'axe du pli et reposent directement sur le Sénonien et même sur le Nummulitique situés au sud, sans autre témoins des couches renversées disparues que quelques lambeaux discontinus de calcaires jurassiques (fig. 5), dont l'un est visible au milieu du hameau de Rorebel. Il existe là un chevauchement par pli-faille peu oblique, qui produit une

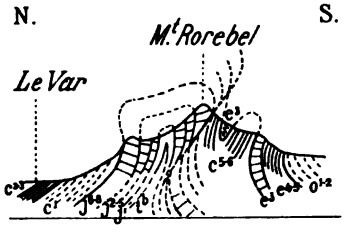


Fig. 4. — Début du chevauchement vers le sud, avec étirement du flanc renversé, de l'anticlinal du Roccaforte au Mont Rorebel ; ondulations secondaires du bord de la cuvette de St-Antonin. — Échelle : 1/80000. Même légende que pour la fig. 1.

dénivellation formidable des couches, le Trias affleurant sur la crête, tandis qu'à 400 m. plus bas se trouvent les dépôts sableux oligocènes de la cuvette de Saint-Antonin. J'ai indiqué l'importance théorique considérable de cet accident, que nous retrouverons plus tard à une grande distance vers l'est.

La Société est ensuite descendue à Touët-de-Beuil, traversant d'abord le Jurassique, affecté d'un anticlinal secondaire parallèle au grand accident précédent, mais ayant une tendance marquée à un déversement vers le nord sur le grand synclinal du Var moyen comme l'anticlinal du Gourdan, dont il est peut-être la terminaison. Ce déversement se fait encore sentir dans les couches néocomiennes et même barrémiennes, qui ont souvent dépassé la verticale; puis les marnes aptiennes et albiennes et le Cénomanien montrent un plongement de moins en moins rapide, et on arrive à Touët-de-Beuil au pied d'escarpements turoniens et sénoniens, où les couches plongent seulement très légèrement vers le nord (fig. 5).

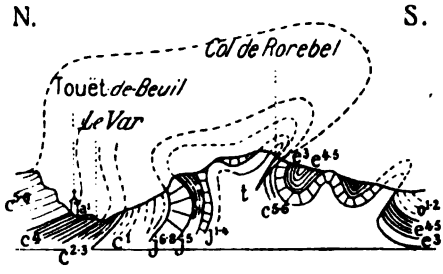


Fig. 5. — Chevauchement du Trias vers le sud (avec quelques lambeaux de Jurassique à sa base) sur le Nummulitique à Rorebel; développement des ondulations secondaires de la cuvette de Saint-Antonin à son extrémité orientale, avec tendance au déversement et à l'étirement des anticlinaux secondaires. — Échelle : 1/80000. Même légende que pour la fig. 1.

Après le déjeuner, la Société a parcouru les gorges inférieures du Cians, en voiture jusqu'à Rigaud, puis à pied jusqu'à Pradastié, traversant dans un imposant cañon les calcaires du Crétacé supérieur qui présentent une disposition synclinale à grand rayon de courbure [1] et se relèvent vers le nord, laissant reparaître le Cénomanien, puis les marnes albiennes-aptiennes, le Barrémien, le Néocomien et les divers termes du Jurassique jusqu'à l'Infralias, de plus en plus redressés à mesure qu'on va s'approcher du grand dôme permien auquel est ici directement contigu le large synclinal du Var moyen, traversé depuis Rorebel. Notons le faciès beaucoup plus marneux du Jurassique moyen et de l'Oxfordien

1. Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, Pl. IV, fig. 11.

dans ce flanc du synclinal que dans le bord sud ; en allant vers le nord, on s'approche de l'axe du grand géosynclinal alpin existant à l'époque du Jurassique moyen et supérieur. Le Lias inférieur présente, par contre, le faciès sublittoral des calcaires à *Gryphæa arcuata*, *Lima*, *Pecten*, *Pentacrinus tuberculatus*, *Arietites*, etc. Le Rhétien a fourni en ce point l'*Avicula contorta* à M. Ambayrac et à moi.

Le Trias se montre extrêmement réduit à Pradastié, par suite d'un étirement provenant d'une surrection brusque du noyau permien du dôme, qui, vers son extrémité sud-est, est même en contact direct avec le Jurassique par une véritable faille. Dans le point visité par la Société, il n'existe qu'un faible développement de cargneules entre le Rhétien et les schistes rouges du Permien, dans lesquels commencent les belles gorges supérieures du Cians, dont on a pu admirer l'entrée. Le retour s'est fait en voiture jusqu'à Puget-Théniers, sans autres arrêts qu'un coup d'œil au grand cône de déjection du Gralet, produit par un ravin insignifiant en apparence, et au gypse du Gralet [1] (fig. 2), voisin de la rive gauche du Var, mais que la nuit tombée n'a plus permis d'examiner en détail. On a pu aussi voir nettement, de la rive gauche du Var, se reconstituer, à Sainte-Marguerite (fig. 3), le flanc renversé de l'anticlinal du Gourdan, étudié le matin, après le maximum d'étirement qui existe au Gralet et au plateau du Breuil, et cet anticlinal se perdre dans le Crétacé inférieur traversé le matin en descendant de Rorebel.

A la descente de Rorebel sur le Var, M. **Guébhard** a fait remarquer l'identité trompeuse du faciès argilo-schisteux de l'Oxfordien avec celui du Néocomien, poussée à ce point que, sans la présence de fossiles dans certain banc grumeleux d'aspect bien caractéristique, la confusion deviendrait inévitable partout où ne l'empêcheraient pas les données de la stratigraphie. Pareil fait s'observe sur l'*Hubac* (versant nord) du mont Cheiron, où le vallon de la Gravière donne une grande coupe naturelle de l'Oxfordien, dont l'aspect absolument crétacé est encore exagéré par la mise à nu d'un banc de glauconie sableuse foncée, avec taches phosphatées, mais aussi avec fossiles très bien conservés qui empêchent heureusement toute aggravation de l'erreur.

Le Président remercie les habitants de Puget-Théniers qui ont assisté aux séances de la Société et se sont intéressés à ses discussions. La séance est levée à 11 heures.

1. Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, p. 94.

Séance du Samedi 13 Septembre 1902

PRÉSIDENCE DE M. LÉON BERTRAND, PRÉSIDENT

La séance est ouverte à 9 heures du soir, dans une des salles de l'hôtel Wiart, à Saint-Sauveur-sur-Tinée.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction du procès-verbal est adoptée.

M. Léon Bertrand fait le compte-rendu des excursions du 11, du 12 et 13 septembre.

Compte-rendu de la course du 11 Septembre

par M. **Léon BERTRAND.**

Partie à 6 h. de Puget-Théniers, en voiture, pour Guillaumes, la Société a d'abord traversé très obliquement le grand synclinal nummulitique de Puget-Théniers jusqu'à Entrevaux ; puis elle est rentrée dans le Sénonien et les couches plus inférieures du Crétacé jusqu'aux marnes albiennes qui forment l'axe d'un anticlinal parallèle, dont le flanc nord a été traversé ensuite jusqu'aux couches nummulitiques, qui forment une nouvelle cuvette synclinale (cuvette d'Agnere) [1], dans laquelle on est entré au Pont Noir, pour en ressortir au Pont de Gueydan, où le Var supérieur, qui arrive du nord-est, traverse une clue très resserrée, pour venir se réunir à la Vaire et, tournant brusquement à angle aigu, prendre la direction ouest-est qui caractérise son cours moyen.

Le cours du Var entre le Pont de Gueydan et Daluis marque approximativement l'axe d'un éperon anticlinal, qui se greffe sur le dôme de la Cime de Barrot et sur la genèse duquel j'ai longuement insisté dans mon mémoire sur la région [2]. A 1 km. en amont d'Enriez, nous sommes entrés dans une formation de gypses très curieux, exclusivement localisés sur la rive droite du Var, où ils forment une bande étroite qui s'étend jusqu'à Sausses et reparaît au nord de ce village après une courte interruption. Ces gypses occupent rigoureusement la place des dépôts cénomaniens, qui se présentent

1. Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, p. 133 et 172.
2. Id. Id. p. 172-174.

tout autour de leur affleurement dans une position absolument régulière et sans aucune complication tectonique qui puisse faire supposer qu'il s'agisse de pointements triasiques [1]. Les bancs calcaires du Cénomanien, alternant avec des marnes noires, arrivent jusqu'au contact du gypse avec leur direction régulière et le gypse présente au contact une stratification absolument concordante avec celle du Cénomanien. D'autre part, ces gypses sont formés de cristaux comme dans les cas où il y a eu recristallisation et entremêlés irrégulièrement de marnes noires n'existant pas dans le Trias de la région ; d'ailleurs, en certains points, on peut nettement observer une stratification des marnes noires au milieu de la masse de gypse, et cette stratification est concordante avec celle du Cénomanien au voisinage (fig. 1). Pour ces raisons, je pense que ces gypses résultent d'une transformation des bancs calcaires du Cénomanien, dont ils occupent rigoureusement la position stratigraphique :

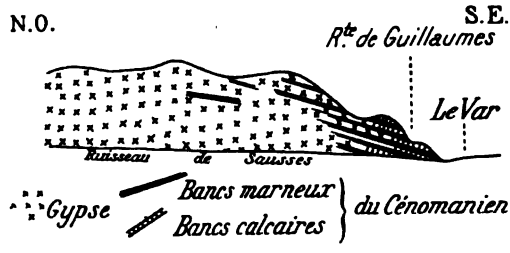


Fig. 1. — Relations du gypse et du Cénomanien au Pont-de-Sausses.

quant à la cause même de cette transformation, il y a plusieurs hypothèses possibles. Provient-elle d'eaux qui se seraient chargées de sulfate de calcium en profondeur, en traversant le Trias, et qui auraient sulfatisé le Cénomanien de part et d'autre d'une fente importante par où ces eaux auraient pu monter ? Ou bien, a-t-on le même fait qu'au Gralet, auprès de Puget-Théniers, où le Trias, cause du phénomène, repose sur le Cénomanien, en admettant qu'il y a eu des lambeaux de Trias charriés à la surface du Crétacé ? Les accidents tectoniques de la région avoisinante, d'où pourraient provenir ces lambeaux de recouvrement, ne me paraissent pas avoir été suffisants pour les avoir amenés jusque là et, en l'absence de preuves directes, je préfère la première hypothèse à la seconde.

En continuant la route, la Société a traversé le Crétacé inférieur, puis le Jurassique et le Trias, qui prennent de plus en plus une direction rigoureusement concentrique à celle du bord du dôme à noyau permien, mais où l'on commence à voir apparaître les plis

1. Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, p. 93.

de la ceinture du dôme que j'ai décrits précédemment [1]; le pli de la Cime de Pibossan, déversé vers le sud, est bien visible de la route même (fig. 2).

Pour la première fois, avant d'arriver aux schistes rouges permiens, on a observé la série complète des couches du Trias, extrêmement épaisses, et avec les grès à la base. L'allure tectonique des schistes rouges sous-jacents du Permien est merveilleusement nette dans les gorges splendides dont la route suit le couronnement à une altitude considérable au-dessus du Var. Le plongement y est nettement périclinal : d'abord dirigé vers le sud-ouest à l'entrée des gorges, il passe graduellement à l'ouest, puis au nord-ouest et enfin au N.N.O. à mesure qu'on s'avance jusqu'à la sortie amont des gorges, au Pont des Roberts, où s'observe la coupe normale des grès du Trias, avec le poudingue quartzeux à la base, les grès blancs durs dits quartzites au-dessus et les grès micacés schisteux de teintes bariolées en rouge et vert au sommet [2]. Le kilomètre qui nous séparait de Guillaumes fut vite franchi au milieu des dolomies, cargneules et calcaires triasiques, affectés de replis très accentués déversés vers l'extérieur du dôme.

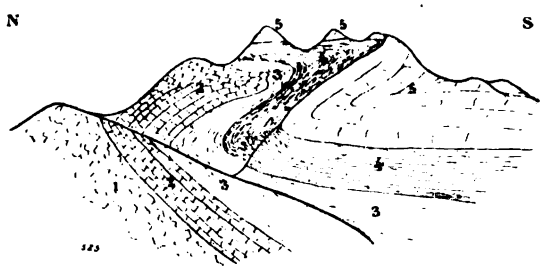


Fig. 2. — Pli de la tête de Pibossan, vu de la route de Daluis à Guillaumes, à 1 km. en amont de la Salette.

1, Cargneules triasiques; 2, Lias; 3, Jurassique moyen; 4, Marnes noires oxfordiennes; 5, Calcaires terminaux du Jurassique.

L'après-midi a été consacrée à l'étude du Trias calcaréo-magnésien et gypsifère, du Sinémurien à Gryphées (sans Infralias), du Lias moyen et supérieur et du Jurassique moyen fossilifère de Châteauneuf et enfin, à Villeneuve d'Entraunes, de la série très épaisse des marnes noires oxfordiennes, dans lesquelles les phénomènes d'érosion en terrain imperméable sont développés avec une ampleur merveilleuse; le faciès vaseux du grand géosynclinal se présente là absolument typique pour la base du Jurassique supérieur.

1. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, p. 137, fig. 30, coupes 3-4.
2. Id. p. 50.

M. **Guébhard** dit que, sans vouloir porter, sur le cas particulier des gypses de Sausses étudié par M. L. Bertrand, un jugement qui exigerait, pour pouvoir être formulé avec quelque vraisemblance, de longues études de toute la région environnante, il se demande s'il n'y aurait pas lieu d'appliquer ici la théorie, toute physique, qu'il a récemment mise en avant [1], de l'apparition intrusive des gypses triasiques au milieu de terrains plus récents par simple *éjection* souterraine, à l'état quasi-pâteux, sous l'énorme compression des contractures de l'écorce jurassique, agissant comme le piston d'une presse hydraulique pour expulser le substratum plastique à travers les fissures tectoniques. En assimilant ainsi à de véritables éruptions à froid les apparitions paradoxales du Trias, ne supprimerait-on pas d'une manière complète toutes les difficultés provenant des rapports avec les terrains voisins ? N'expliquerait-on pas tout à la fois la structure si singulièrement rubanée et pseudostratifiée du magma de cristaux feutrés, et l'aspect fréquemment bréchoïde, avec inclusion de fragments, ni très usés, ni toujours métamorphisés, des roches très diverses qui ont pu être rencontrées sur les parois de la cheminée ?

Compte-rendu de la course du 12 Septembre

par M. **Léon BERTRAND**.

(Pl. XLIII, fig. 1 et 2)

Dans le trajet en voiture de Guillaumes à Péone, en suivant le cours torrentueux du Tuébi, on a pu observer dans le Trias plusieurs anticlinaux et synclinaux, légèrement déversés vers le nord, c'est-à-dire toujours vers l'extérieur du dôme, dont ils affectent la bordure ; j'ai donné ailleurs la description détaillée de ces plis et me contente ici de reproduire les coupes successives de la vallée du Tuébi et du vallon d'Aigue-Blanche [2] (fig. 1). Après le pittoresque village de Péone, situé au milieu d'un superbe paysage triasique avec hautes aiguilles dolomitiques (Pl. XLIII, fig. 1), la Société a remonté à pied le vallon de l'Aigue-Blanche, d'abord dans le Trias, où l'on passe à côté d'anciennes mines de plomb

1. Voir la notice annexe : Tectonique des Préalpes maritimes.
2. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, p. 55, fig. 19; p. 162, fig. 27.

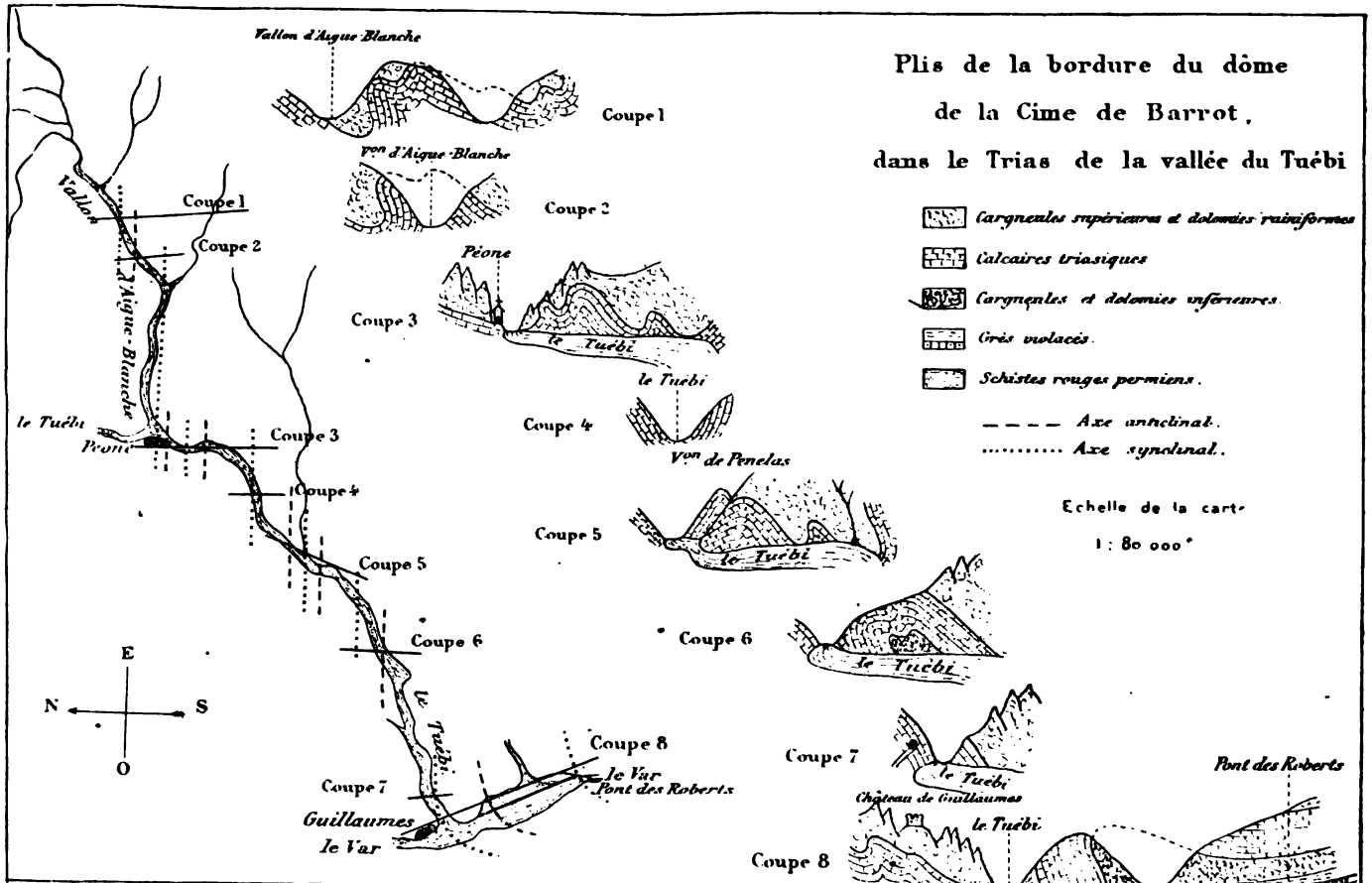

Plis de la bordure du dôme
de la Cime de Barrot,
dans le Trias de la vallée du Tuébi
Cargneules supérieures et dolomies rainiformes
Calcaires triasiques
Cargneules et dolomies inférieures
Grès violacés
Schistes rouges permiens
Axe anticlinal
Axe synclinal
Echelle de la carte
1 : 80 000
Vallon d'Aigue Blanche
Coupe 1
Von d'Aigue Blanche
Coupe 2
Vallon d'Aigue Blanche
Coupe 1
Coupe 2
Péone
Coupe 3
le Tuébi
le Tuébi
Coupe 4
Von de Penelas
le Tuébi
Coupe 5
le Tuébi
Coupe 6
le Tuébi
Coupe 7
le Tuébi
Château de Guillaumes
le Tuébi
Pont des Roberts
Coupe 8
le Tuébi
Péone
Coupe 3
Coupe 4
Coupe 5
Coupe 6
Coupe 7
Coupe 8
le Var
Pont des Roberts
Guillaumes
le Var
E
N
S
O

Fig. 1.

argentifère et d'une usine abandonnée ayant servi au traitement des minerais ; puis elle a traversé la série liasique, avec les calcaires sinémuriens à *Gryphæa arcuata* à la base, le Jurassique moyen marno-calcaire et l'Oxfordien, formé de marnes schisteuses, jusqu'aux granges de La Colle. C'est le faciès observé la veille, entre Guillaumes et Villeneuve d'Entraunes.

Un lambeau de calcaires jurassiques supérieurs à l'Oxfordien, situé sur la croupe qui sépare le bassin du Tuébi de celui du Cians, nous a montré au passage une particularité intéressante ; ces calcaires tendent à devenir très clairs, comme dans le Sud des Alpes-Maritimes. Ce fait est à rapprocher de celui que j'ai observé en d'autres lambeaux du Jurassique de la couverture du grand dôme à noyau permien, principalement à l'est, où ces calcaires deviennent franchement coralligènes [1] ; il me semble légitime d'en tirer la conclusion que la surrection du dôme s'était déjà ébauchée pendant le Jurassique supérieur, sur l'emplacement du géosynclinal où s'était déposée la formidable épaisseur de schistes rouges permiens, tandis qu'il ne paraît pas y avoir eu de mouvements sensibles entre ce dépôt et celui du Trias, partout concordant avec le Permien dans la bordure du dôme.

La descente de La Colle à Beuil nous a fait retraverser, en sens inverse, la série régulière des assises entre le Jurassique supérieur et le Trias, avec seulement la répercussion dans le Jurassique des plis observés, à une altitude moins grande, dans le Trias de la vallée du Tuébi.

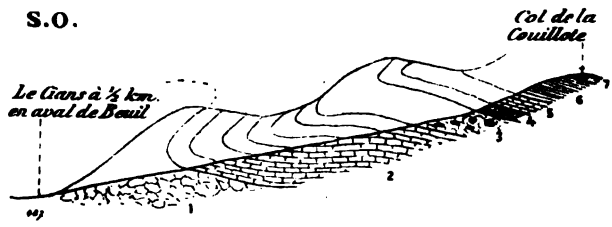


Fig. 2. — Coupe du Trias sur la rive gauche du Cians, le long du chemin de Beuil à Roubion.

1, Cargneules inférieures ; 2, Calcaires ; 3, Cargneules supérieures, renfermant des fragments de schistes rouges permiens ; 4. Infralias ; 5, Lias ; 6, Bajocien et Bathonien ; 7, Marnes noires calloviennes.

A l'ouest de Beuil s'observe un ancien fond de lac, aujourd'hui desséché et occupé par de riches cultures ; il est intéressant à comparer à un autre situé aux Launes, à un niveau un peu plus élevé, qui est encore actuellement occupé par une prairie très tourbeuse. La montée de Beuil au Col de La Couillote (fig. 2) et la descente sur Roubion nous ont fait retraverser

1. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, p. 78-79.

encore deux fois la série des assises depuis le Trias calcaréo-magnésien jusqu'aux marnes oxfordiennes, série toujours uniforme et monotone, qui montre toutefois l'indice de mouvements locaux contemporains du dépôt de la série triasique supérieure, grâce à la présence de blocs permiens au milieu des cargneules supérieu-

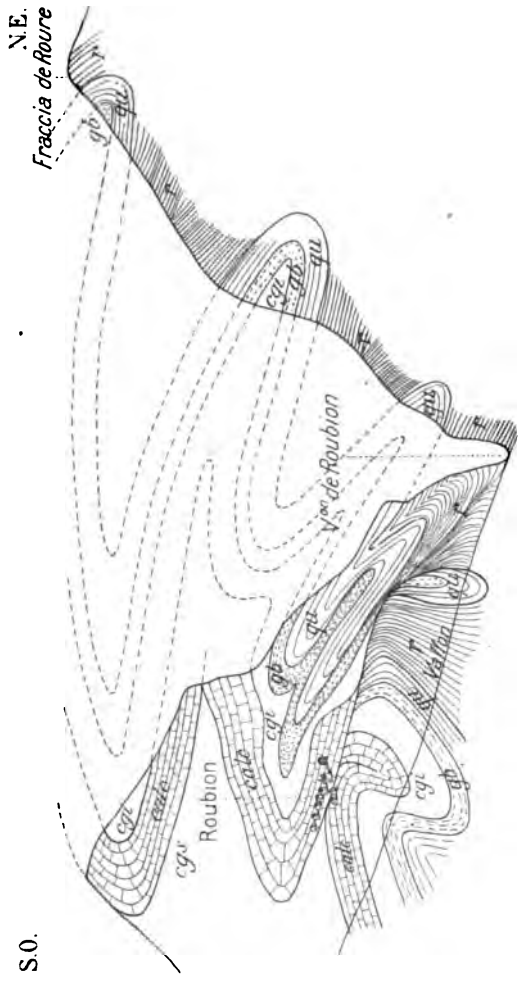


Fig. 3. — Chevauchement des plis de la bordure du massif du Mercantour sur ceux du dôme permien retroussés au contact.

cgs, Cargneures supérieures. } Série triasique supérieure calcaréo-magnésienne.
calc, Calcaires.
cgi, Cargneules inférieures.
gb, Grès bariolés. } Série triasique inférieure arénacée.
qu, Quartzites blancs.
r, Schistes rouges permiens.

res. Mais l'arrivée au village de Roubion, véritable nid d'aigle accolé au rocher et que nous avons trouvé désolé par un incendie récent, nous a fourni un spectacle inoubliable pour le géologue. Ce village domine de plus de 400 mètres une gorge extrêmement

encaissée, où l'œil ne voit d'abord qu'un enchevêtrement de bandes de terrains rouge, blanc et jaune.

Après un moment d'examen, on reconnaît l'existence d'anticlinaux et de synclinaux à peu près parallèles à la direction de la vallée; les premiers sont marqués par les schistes rouges du Permien, les seconds par les grès blancs surmontés par les grès violacés de la série inférieure du Trias repliés en U couchés et renfermant ou non à leur intérieur les cargneules d'un jaune vif du Trias supérieur. Une étude détaillée de ces accidents, faite en descendant de Roubion à Saint-Sauveur par le grand chemin muletier entaillé dans ces gorges, montre qu'on a un double système de plis. Les uns, les moins importants et exclusivement cantonnés sur la rive droite du vallon, sont déversés vers le nord et sont la prolongation évidente des plis de la ceinture du dôme permien, que nous avons suivis depuis Guillaumes. Les autres sont déversés en sens inverse (Pl. XLIII, fig. 2), vers le sud, et ont une tout autre origine; ils viennent du nord-ouest et sont la prolongation de plis que nous avons étudiés dans la course suivante, où nous les avons vu fortement couchés vers le sud et affectant la couverture sédimentaire du grand massif cristallin du Mercantour. D'ailleurs, déjà en montant de Péone à La Colle, nous avions vu, un peu au nord du vallon d'Aigue-Blanche, une charnière anticlinale dirigée vers le sud, qui est le front du plus externe de ces plis; ceux-ci ont pu largement s'étaler et se coucher dans le massif du Mounier à cause de la distance qui les sépare là de ceux de la bordure du dôme permien, déversés en sens inverse. Mais dans le vallon de Roubion nous assistons à l'écrasement des deux systèmes de plis les uns contre les autres, ce qui les a empêchés de se coucher fortement, mais par contre les a resserrés d'une facon extraordinaire. On constate, au-dessous du village même de Roubion, que les plis de la bordure du massif du Mercantour ont néanmoins chevauché sur les autres, qui ont eu parfois leur tête retroussée et rabotée au contact du plan de chevauchement (fig. 3).

La meilleure coupe d'ensemble de ce double déversement si curieux nous sera d'ailleurs fournie dans la course du 14 septembre, en montant de Saint-Sauveur à Rimplas, où nous serons dans le prolongement de ces accidents et d'où nous pourrons photographier une coupe fort instructive que j'ai figurée dans mon mémoire antérieur [1].

1. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, Pl. VI.

Compte-rendu de la course du 13 Septembre

par M. Léon BERTRAND.

La Société a remonté la vallée de la Tinée en amont de Saint-Sauveur ; elle a vite abandonné les schistes rouges permiens pour entrer dans une série assez puissante de grès grossiers ou plutôt d'arkoses, formés aux dépens des schistes cristallins du massif du Mercantour, sur lesquels ils reposent en discordance. Ces grès se lient intimement aux schistes rouges, avec lesquels ils sont concordants, et ils ont participé aux mêmes plissements [1] (fig. 1) ; ils représentent le Permien inférieur, en donnant à ce

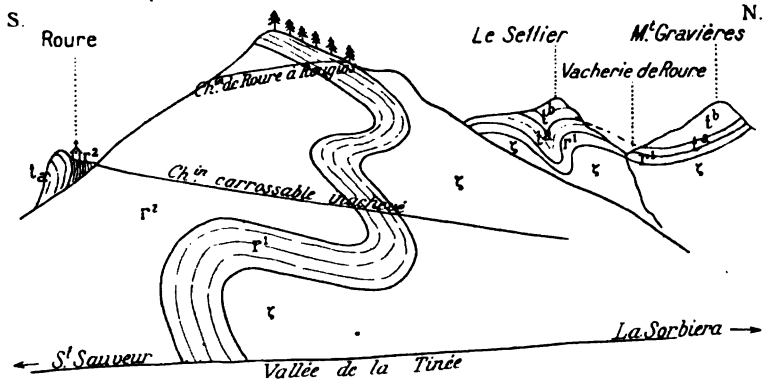


Fig. 1. — Plis de la rive droite de la Tinée en amont de Saint-Sauveur.

t^b, Cargneules, gypses et calcaires du Trias supérieur ; t^a, grès et quartzites du Trias ; r^2, Schistes rouges permiens (manquent au Sellier et au Mont Gravières); r^1, Grès et arkoses permiens ; ζ, Schistes cristallins.

terme une simple signification de situation stratigraphique par rapport aux schistes rouges supérieurs.

Les schistes cristallins, qui commencent à moins de 2 kil. de Saint-Sauveur et dans lesquels nous avons suivi la route de la Tinée jusqu'au Pont Rouge, sont constitués par des alternances de types pétrographiques très variés, allant des gneiss franchement cristallins jusqu'à des schistes granulitisés dans lesquels les éléments détritiques primitifs sont encore reconnaissables. L'origine métamorphique des gneiss y est d'une évidence remarquable, car

1. Etude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, Pl. III, fig. 4 et 5.

auprès du Pont de la Sorbiera, on a pu observer côte à côte, sur l'espace de moins de 2 mètres, une bande de gneiss à mica noir très massif, d'un type presque granitoïde, entre deux bandes de schistes à peine métamorphisés. Les bandes alternantes de gneiss et de micaschistes, très souvent granulitisés et riches en mica blanc, ne peuvent être figurées sur une carte et on ne peut y indiquer que des ensembles dans lesquels prédomine tel ou tel type; les alternances de bandes d'amphibolites, dont nous avons vu des exemples dans les beaux escarpements de Valabres, donnent la direction des strates primitives aux dépens desquelles se sont formés ces schistes cristallins par un vaste métamorphisme général (aucun massif de granite n'affleure sur toute la partie française du massif) et qui peuvent être d'âge assez variable, mais ne remontant certainement pas à une époque plus récente que le Carbonifère. On peut observer une discordance assez nette dans la direction de ces bandes de schistes primaires et de celle des couches de la bordure, et par suite des plis antépermiens du massif primaire et des plis récents de sa couverture.

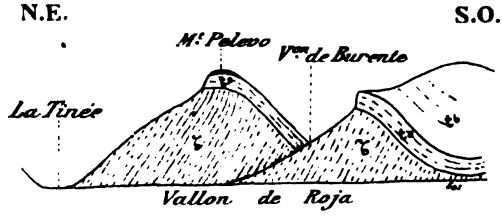


Fig. 2. — Discordance angulaire du Trias sur les schistes cristallins à l'entrée du vallon de Roja (rive droite de la Tinée).

ζ, Schistes cristallins; ta, Série triasique inférieure arénacée; tb, Série triasique supérieure calcaréo-magnésienne.

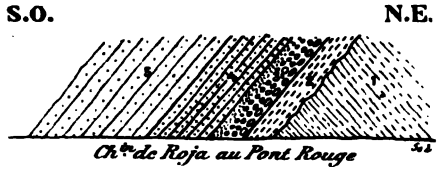


Fig. 3. — Coupe de détail de la base du Trias dans le vallon de Roja.

1, Micaschistes; 2, Grès micacé très fin, formé par remaniement des micaschistes, auxquels ils ressemblent beaucoup: 3, Grès rouge grossier; 4, Grès blanc très fin et friable; 5, Grès rouge compact et grès blanc moucheté de taches brunes.

Après avoir dépassé Isola et avant d'arriver au Pont Rouge, la Société a vu, sur le versant gauche de la Tinée, deux synclinaux superposés de Trias pincés à peu près horizontalement au milieu des schistes cristallins et s'ouvrant vers le sud [1]; ces deux syncli-

1. Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, Pl. II, fig. 11.

naux ont une double importance. Au point de vue stratigraphique, ils démontrent que les schistes et les grès permiens ne se trouvent plus dans cette région à la base du Trias ; leur importance tectonique est aussi grande, car ils jalonnent jusque dans le massif cristallin deux des synclinaux de la couverture, qui coupent très obliquement la limite des affleurements de schistes cristallins.

La Société a quitté la route au Pont Rouge et pris le chemin muletier de Roja, qui, après un trajet d'une heure environ, nous a fait quitter les pentes de micaschistes couvertes d'éboulis et n'ayant

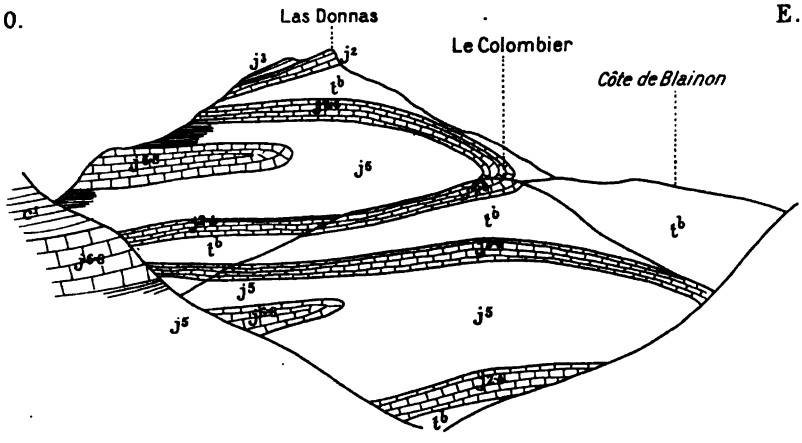


Fig. 4. — Vue perspective des plis de la bordure du massif du Mercantour dans le versant gauche du vallon de Roja (vue prise du chemin du Col de Crous à Roja).

t^b, Trias supérieur; j^1, Lias ; j^{2-4}, Jurassique moyen; j^5, Marnes oxfordiennes; j^{6-8}, Calcaires jurassiques supérieurs; c^1, Néocomien.

qu'une maigre végétation, pour une région plus cultivée et parfois bien boisée, correspondant à leur couverture sédimentaire. Celle-ci débute aussi, comme dans les lambeaux synclinaux cités plus haut, par les grès triasiques discordants sur les schistes cristallins auxquels ils ont emprunté leurs éléments (fig. 2 et 3). L'étude de la région de contact entre Saint-Sauveur et ce point permet de suivre la transgression graduelle du Trias par rapport au Permien lorsqu'on va vers l'extrémité nord-ouest du massif du Mercantour.

Aux environs de Roja, la Société a pu voir nettement l'empilement de plis couchés presque horizontalement vers l'extérieur du massif cristallin (fig. 4); ces plis, qui intéressent toutes les couches secondaires de la couverture (et même un lambeau de Nummulitique au nord-ouest de Péone), ont pu se dérouler sur une assez large étendue sans laminage du flanc renversé, grâce à la plasticité

des couches triasiques, jurassiques et crétacées ; dans les premières dominent en effet les cargneules et les gypses ; dans les autres, l'élément marneux est très abondant et seul le niveau calcaire très dur du Tithonique a été parfois fragmenté par l'étirement [1].

Toutes ces constatations ont pu être faites facilement, grâce à l'érosion très profonde du vallon de Roja, creusé au milieu de ces nappes, dont les racines sont sur le versant gauche de la vallée, tandis que la plus grande partie du plus important de ces plis se trouve former le soubassement du massif du Mounier, situé sur le versant droit du vallon de Roja, entre celui-ci et la haute vallée du Cians, comme on l'avait constaté dans la course de la veille. J'ai d'ailleurs indiqué en détail cette disposition dans mon mémoire sur le Nord des Alpes-Maritimes et me contenterai de renvoyer à la description que j'en ai donnée.

M. **Vidal de la Blache** demande l'explication de la grande différence qui existe entre la topographie molle et arrondie des environs de Beuil et celle heurtée, à vallées torrentielles profondes et à pentes très ravinées, de la Tinée et de son affluent le vallon de Roubion, ainsi que du Tuébi.

M. **Léon Bertrand** répond qu'il faut distinguer, pour une même roche, plusieurs modes d'érosion suivant l'altitude du point considéré au-dessus du niveau de base fourni par les vallées principales. La région triasique de Beuil présente des croupes ne dépassant que de 300 à 400 m. le niveau du Cians ; l'érosion y est médiocre, les croupes ont acquis une forme assez molle et des reliefs convexes, par suite de l'aplanissement des versants par les agents atmosphériques, quelle que soit d'ailleurs la nature des roches. Au contraire, le niveau du Var à Guillaumes est à moins de 800 m., celui de la Tinée à Saint-Sauveur, à 500 m. environ et les sommets triasiques avoisinants les dominent de 1000 m. environ ; les ravins descendent aux deux vallées principales et à leurs affluents, le Tuébi et la vallée de Roubion, produisent par suite une érosion régressive intense et encore en pleine activité et ils coulent eux-mêmes dans des gorges profondes à versants abrupts, dans lesquels les différences de dureté des diverses roches se traduisent très fortement.

Enfin, la topographie des hautes cimes est presque uniquement due aux alternatives de gel et de dégel ; les roches dures y donnent souvent des abrupts surmontant des masses considérables d'éboulis à forte pente.

La séance est levée à 10 heures du soir.

1. Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, Pl. II. fig. 6-11.

Séance du Lundi 15 Septembre 1902

PRÉSIDENCE DE M. LÉON BERTRAND, PRÉSIDENT

La séance est ouverte à 8 h. 1/2 du soir, dans une des salles de l'Hôtel-de-Ville de Nice, gracieusement mise à la disposition de la Société par M. le Maire de Nice.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. Léon Bertrand fait le compte-rendu des excursions du 14 et 15 septembre.

Compte-rendu de la course du 14 Septembre

par M. Léon BERTRAND.

La course du 14 a été faite entièrement à pied ; partis à 7 heures de Saint-Sauveur, nous avons pris le chemin muletier qui monte à Rimplas par la chapelle Saint-Roch. Ce trajet se fait presque uniquement au milieu des schistes rouges permiens, dans lesquels sont pincés plusieurs synclinaux triasiques superposés, couchés vers le sud-ouest ; c'est la prolongation des plis de la bordure du massif du Mercantour étudiés le 12 sur la rive droite de la Tinée dans la descente de Roubion à Saint-Sauveur, et d'autres encore apparaissent superposés en montant au Cluot de Malamet et à la Cime de Giraud [1]. Ces plis sont beaucoup moins resserrés qu'à Roubion et à Roure, à cause de l'écartement de ceux de la bordure du dôme permien, qui se dirigent vers le sud-est, pour se perdre dans le bord du grand synclinal du Var moyen par des terminaisons périclinales très nettes au voisinage d'Ilonse et de Marie [2] ; tandis qu'au contraire, les plis de la couverture du massif cristallin se dirigent franchement vers l'est, mais en s'atténuant graduellement.

A mesure que nous nous élevions, la vue des plis déversés en sens inverse du vallon de Roubion devenait de plus en plus nette et nous avons pu photographier une *véritable coupe* de ces plis, car on se trouvait exactement dans leur direction [3].

Un peu avant d'arriver à Rimplas, on est entré dans le flanc nord

1. Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, Pl. III, fig. 5-6.
2. Id. p. 164-165 et Pl. III, fig. 5-7.
3. Id. Pl. VI.

du grand synclinal du Var moyen, dont nous avions vu la coupe plus à l'ouest; nous avons vu la série des assises depuis le Trias inférieur jusqu'à l'Oxfordien, avec le Rhétien bien typique, surmonté par les calcaires sinémuriens à Gryphées, et par d'autres calcaires durs, renfermant çà et là des fossiles du Lias moyen et supérieur, du Jurassique moyen et du Callovien ; l'Oxfordien est aussi calcaire et les fossiles, qui se rencontrent assez abondants à Rimplas, s'y trouvent dans quelques délits grumeleux. Nous avons donc observé, pour le Jurassique, un faciès calcaire très différent de celui qui existait à l'ouest, dans le centre du géosynclinal, où dominent les couches marneuses avec une épaisseur beaucoup plus considérable ; c'est un faciès de bordure et d'ailleurs la stratigraphie de la région située plus à l'est, au-delà de la Vésubie, montre que les dépôts compris entre le Trias et les calcaires jurassiques supérieurs à l'Oxfordien y font défaut.

Le trajet de Rimplas à La Bolline, qui nous a fait longtemps suivre le Trias calcaire, montre admirablement le mode de formation des puissantes brèches d'éboulis, en bancs bien réglés et cimentés à la façon d'une véritable brèche ancienne ; ces couches, de formation contemporaine, sont inclinées d'environ 40°.

La montée de La Bolline au Col de Saint-Martin, par Saint-Dalmas-le-Plan, a été contrariée par une forte pluie d'orage ; elle se fait, presque jusqu'en haut, sur une plaine glaciaire légèrement inclinée et bien cultivée, que nous avions vue avec une très grande netteté le matin, de Rimplas, encaissée entre les escarpements du Mont Raja au nord et ceux du Viroulet et du Caire-Gros au sud. Ce Glaciaire monte presque jusqu'au Col de Saint-Martin, dont tout le versant nord est couvert d'épaisses brèches de pentes semblables à celles qui avaient été vues le matin et qui proviennent des escarpements de la Balme de la Frema ; il me paraît possible que l'on ait là la trace d'un ancien glacier qui passait par dessus le col et venait de la haute vallée du Boréon, l'une des branches de la Vésubie, et qui serait par suite très antérieur au Glaciaire observé le lendemain dans la vallée de la Vésubie, à une altitude beaucoup plus faible.

La descente du col à Saint-Martin-Vésubie s'est faite rapidement, en grande partie dans les calcaires triasiques, dont la puissance est d'ailleurs exagérée par des replis provenant des plis de la bordure du massif cristallin, qui se dirigent vers le sud-est en perdant graduellement de leur importance. Vers le bas, nous avons trouvé les grès triasiques inférieurs, qui reposent directement sur les arkoses de la base du Permien et disparaissent plus

loin sous la série supérieure du Trias, transgressive jusque sur les schistes cristallins, comme on l'a vu le lendemain matin en aval de Saint-Martin-Vésubie.

Compte-rendu de la course du 15 Septembre

par M. **Léon BERTRAND**.

La Société est partie en voiture de Saint-Martin-Vésubie à 7 heures, par la route qui descend la vallée de la Vésubie. Cette route nous a montré, dès le premier ravin en aval du vallon de la Madone-des-Fenêtres, un beau développement de Glaciaire relativement récent, car il est à une altitude assez peu élevée au-dessus du niveau actuel de la vallée. Celle-ci marque approximativement la limite du massif cristallin et de sa couverture sédimentaire, qui remonte pourtant un peu sur le versant gauche ; l'étude détaillée du contact démontre l'existence de mouvements de transgression et de régression au Permien et au Trias (fig. 1). En particulier, le Trias supérieur se montre en transgressivité sur les schistes rouges et les grès du Permien, et même jusque sur le massif cristallin, tandis que les grès triasiques sont en régression évidente et n'apparaissent nulle part jusqu'au vallon du Spaillard, qui fournit une excellente coupe du Glaciaire qui forme le beau plateau cultivé de Berthemont. D'autre part, la vallée, extrêmement encaissée,

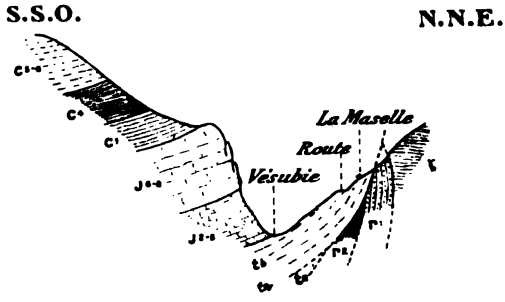


Fig. 1. — Coupe de la Vésubie, à 4 kil. en aval de de Saint-Martin, montrant la transgression des cargneules et des calcaires triasiques par rapport aux grès triasiques inférieurs et aux schistes rouges permiens, sur la bordure du massif cristallin.

ξ, Gneiss et micaschistes; r^1, Grès et arkoses permiens; r^2. Schistes rouges permiens; t^a, Grès triasiques; t^b, Cargneules, calcaires et gypses triasiques; j^{2-5}, j^{6-8}, Calcaires jurassiques; c^1, Néocomien et Barrémien; c^4, Cénomanien; c^{5-6}, Turonien et Sénonien.

correspond à une faille très nette, car les couches jurassiques et crétacées inférieures descendent graduellement jusqu'au fond de la vallée sur la rive droite, tandis que la rive gauche reste formée à sa base par les calcaires et cargneules triasiques.

A partir de Castel-Vieil, dont les formidables escarpements se dressent à près de 800 mètres au-dessus du fond de la vallée, la série se reconstitue régulière et très plissée et en même temps, au point où la vallée change de direction, on assiste à un changement complet de la topographie. Les grès permiens inférieurs, les schistes rouges permiens et les grès triasiques, qui ont reparu, se dirigent régulièrement vers l'est, continuant à envelopper le massif de schistes cristallins sous la forme d'une terminaison périclinale dont l'axe principal, dirigé du nord au sud, plonge très brusquement au sud [1] ; la fig. 2 montre la coupe transversale de cet éperon et indique que, de part et d'autre de l'axe permien, les couches supérieures présentent des ondulations déversées symétriquement. Quant aux cargneules et aux gypses blancs triasiques, non seulement ils suivent ce trajet pour aller passer au nord de la Cime de Raus, mais ils prennent un développement formidable sur les deux rives de la vallée auprès de Roquebillère, formant une sorte de grand éperon dirigé du nord au sud et qui occupe sur la carte une largeur hors de proportion avec la puissance habituelle du Trias. C'est à l'apparition des cargneules triasiques en dessous de Castel-Vieil et au brusque élargissement de la vallée qui en est la conséquence, que je fais commencer le *cours moyen de la Vésubie*, qui présente un contraste absolu avec le *cours supérieur* situé en amont.

La Société, arrivée à l'amorce de la route de La Bollène, est montée à pied à ce village et a pu se rendre compte du phénomène qui a produit ce grand affleurement triasique.

Les escarpements de Castel-Vieil, vus du sud-est, se montrent formés par la série des assises jurassiques, qui reposent sur le Trias et sont surmontées par les couches crétacées, qui montent jusqu'à la Tête de Siruol, puis par les couches éogènes de la Forêt du Tournairet. Toutes ces couches sont affectées par des plis venant du nord-ouest (fig. 2) ; ce sont ces plis de la bordure du massif cristallin, prolongation de ceux que nous avons vus aux environs

1. Cette disposition est peu nette, pour la bordure immédiate du massif cristallin, sur la carte géologique (feuille de Saint Martin-Vésubie), à cause de la dissymétrie introduite par l'énorme développement du Permien à l'est des terrains cristallins, tandis que ces mêmes couches manquent à peu près complètement au S.-O. ; mais elle devient évidente quand on examine la répartition du Trias et ses relations avec les terrains plus récents.

de Saint-Sauveur, qui produisent sur la rive droite de la Vésubie, lorsque disparaissent les couches plus récentes, l'élargissement anormal du Trias, dans lequel se trouvent plusieurs axes anticli-

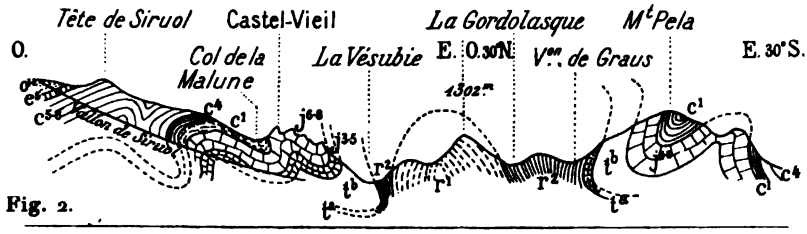


Fig. 2.

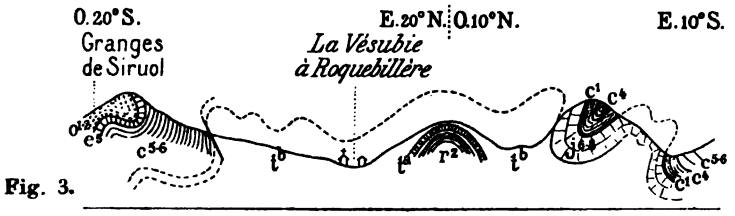


Fig. 3.

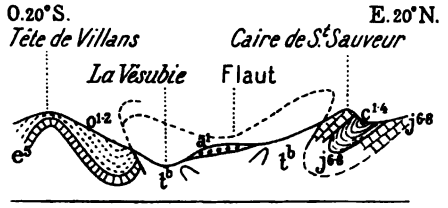


Fig. 4.

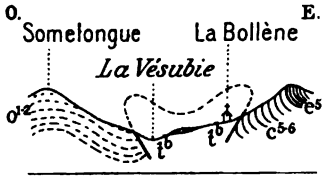


Fig. 5.

Fig. 2-5. — Formation progressive de l'éperon triasique, à chevauchement bilatéral, de la Vésubie moyenne en amont de Lantosque.

r^1, Grès et arkoses permiens; r^2, Schistes rouges permiens; ta, Grès triasiques; tb, Cargneules, gypses et calcaires triasiques; j^{3-5}, Bajocien à Oxfordien; j^{6-8}, Calcaires jurassiques supérieurs; c^1, Néocomien et Barrémien; c^4, Cénomanien; c^{5-6}, Turonien (?) et Sénonien; e^5. Priabonien; o^{1-2}, Grès d'Annot et flysch. — Échelle commune des coupes 2 à 5 : 1/100.000.

naux et synclinaux. On voit d'ailleurs bientôt ce Trias venir déborder graduellement, à sa limite occidentale, sur les couches plus récentes et chevaucher vers le sud-ouest sur le Sénonien (fig. 3) et même, en face de Flaut (fig. 4) et de La Bollène (fig. 5)

et jusque beaucoup plus loin en aval, sur le Flysch oligocène de la cuvette synclinale du Tournairet, continuation de la partie axiale du grand synclinal du Var moyen.

Un peu après avoir dépassé le village de La Bollène, la Société a pu constater un phénomène assez analogue pour le bord oriental du grand affleurement triasique, qui déborde jusque sur le Sénonien, avec chevauchement vers l'est, et sous lequel viennent se perdre plusieurs plis venant de l'est, c'est-à-dire de l'extrémité orientale du massif cristallin du Mercantour (fig. 2-5).

En résumé, cet affleurement triasique nord-sud, qui se prolonge vers le nord-ouest et le nord-est par deux bandes régulières et se montre vers sa partie sud chevauchant des deux côtés sur des terrains beaucoup plus récents, paraît bien nettement résulter de la confluence de plis faisant en plan un éventail de 150 à 160° et qui embrassent le massif cristallin du Mercantour (Pl. XXXIX). C'est donc dans cet affleurement triasique que l'*axe tectonique du massif*, considéré au point de vue des plissements récents qui ont affecté sa couverture de terrains secondaires et nummulitiques, *vient se terminer avec une direction presque nord-sud*, qui a remplacé celle du nord-ouest au sud-est qui existait vers l'extrémité nord-ouest du massif.

La Société, revenue à la route, est ensuite descendue à Lantosque en suivant la vallée de la Vésubie, toujours creusée dans le Trias en contact avec le Flysch sur la rive droite et le Sénonien sur la rive gauche.

Après un arrêt à Lantosque pour le déjeuner, nous avons continué à suivre la route de Nice, en nous engageant dans une cluse si étroite que la Vésubie paraît s'engouffrer dans un véritable tunnel et qu'en quelques points il est difficile d'apercevoir son cours du haut des parois surplombantes et se touchant presque. Cette cluse est entaillée dans les calcaires jurassiques supérieurs (fig. 6); c'est qu'en effet, à partir de Lantosque, la série des couches manquant du côté oriental entre le Trias et le Sénonien se reconstitue normalement, mais affectée de plis, que nous sommes allés voir dans un court trajet à pied, à l'entrée du vallon de Saint-Colomban, où le Crétacé inférieur apparaît au-dessous du Jurassique, qui forme, plus loin dans le vallon, une charnière anticlinale très nette tournée vers l'est [1]. Après un élargissement très marqué de la Vésubie, où le Trias reste cantonné sur sa rive droite, nous sommes rentrés dans une nouvelle cluse de calcaires jurassiques (fig. 7), formant un petit dôme secondaire et surmontés régulièrement, sur

1. Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, fig. 24.

Fig.

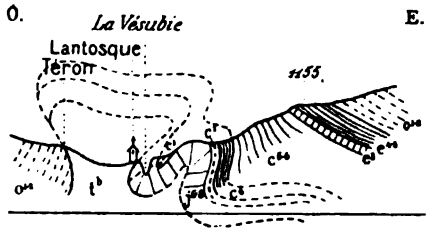


Fig. 7.

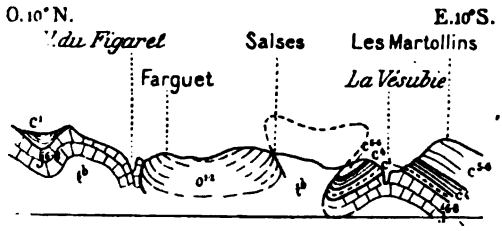


Fig. 8.

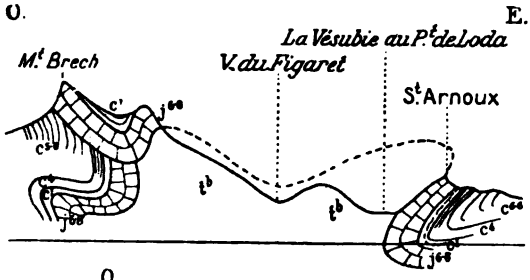


Fig. 9.

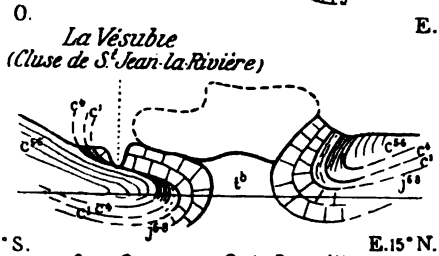


Fig. 10.

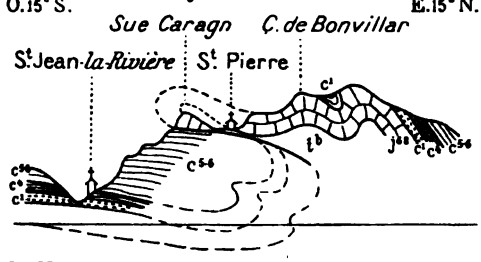


Fig. 11

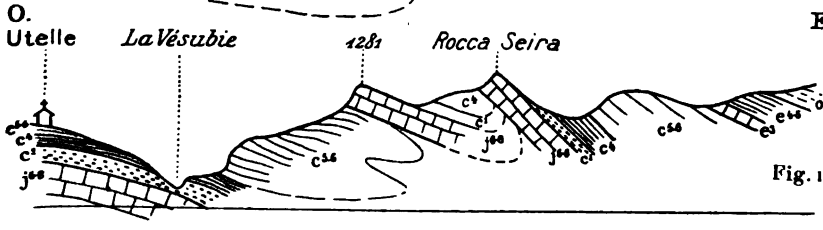


Fig. 6-11. — Coupe de l'éperon triasique au sud de Lantosque et des plis qui se fusionnent avec lui vers l'ouest, jusqu'à la formation du chevauchement unique du point 1281 (ou du Mont Férion); celui de Rocca Seira est un accident local de l'aire synclinale du Paillon.

t^b, Cargneules et gypses triasiques;

j^{6-8}, Calcaires jurassiques;

c^1, Crétacé inférieur;

c^4, Marnes cénomaniennes;

c^{5-6}, Calcaires marneux (Sénonien et ? Turonien);

e^3, Calcaire nummulitique;

e^{4-5}, Marnes nummulitiques;

o^{1-2}, Flysch et grès d'Annot.

Échelle : 1/80000.

les deux rives de la Vésubie, par le Crétacé au complet. En remontant sur la berge droite, nous nous serions trouvés sur un mamelon de Sénonien et, en nous dirigeant vers l'ouest, nous aurions vu immédiatement que le Trias est de nouveau directement poussé sur le Sénonien (fig. 7) : puis la série complète des assises intermédiaires reparaît de nouveau et définitivement, mais renversée, au Pont de Loda (fig. 8). Les calcaires durs du Jurassique supérieur (qui, dans toute la région à l'est de la Vésubie, reposent directement sur le Trias) forment la ligne d'escarpements qui va du Pont de Loda à la Cime de Bonvillar (fig. 8 et 9), sur la rive gauche de la Vésubie.

Au Pont de Loda, la vallée rentre dans le Trias, qu'elle avait quitté à Lantosque, mais qui se poursuit d'une façon continue, dans l'intervalle, sur son versant droit ; cet axe triasique, toujours en contact vers l'ouest avec le Flysch, se réunit à un autre affleurement triasique venu du nord-ouest. Celui-ci provient de l'ouest de la grande cuvette synclinale occupée par le Flysch (fig. 7) et, dans le haut du vallon du Figaret, on le voit s'enfoncer sous la série régulière du Jurassique, du Crétacé et du Nummulitique ; vers le bas de ce vallon latéral, les calcaires nummulitiques et le Crétacé disparaissent d'abord entre le Flysch et le Jurassique (fig. 7), puis ce dernier manque à son tour et la cuvette synclinale est comprise entre les deux axes triasiques qui se déversent sur elle symétriquement. Le Flysch se termine à son tour par une sorte d'enfouissement très curieux sous le Trias et les deux axes triasiques se fusionnent ainsi que je l'ai dit. La couverture jurassique et crétacée de cet axe triasique occidental présente d'abord une ondulation synclinale, très nette sur le versant oriental du Mont Brech (fig. 7 et 8), et ensuite nous conduit à un accident beaucoup plus important : sur le versant occidental du Mont Brech, dont le sommet est formé par les calcaires jurassiques (fig. 8), on voit en effet ces calcaires chevaucher sur le Sénonien vers le S.O. Ce grand chevauchement fait partie du faisceau d'accidents de la Vésubie inférieure, dont j'ai rappelé précédemment les caractères généraux, et est le plus septentrional de ceux-ci. Le flanc renversé de l'anticlinal qui lui a donné naissance apparaît au-dessous, puis est suivi par un autre anticlinal parallèle (fig. 8) et qui, d'abord peu important en apparence, va devenir l'accident principal lorsque, tous les axes triasiques de ces différents plis s'étant fusionnés dans le fond de la Vésubie avec celui de l'éperon anticlinal suivi depuis Roquebillère, le Jurassique de son flanc renversé va former la Cluse de Saint-Jean-la-Rivière (fig. 9). La Société n'a pu visiter tous ces accidents,

mais elle les a vus très nettement à distance et, après avoir traversé l'axe triasique complexe entre le Pont de Loda et Le Figaret, elle est finalement entrée dans les calcaires jurassiques supérieurs de la cluse de Saint-Jean-la-Rivière, qui chevauchent vers le sud-ouest sur le Sénonien et qui vont, en remontant sur la rive gauche de la Vésubie et toujours superposés au Sénonien situé au sud-ouest, aboutir aux escarpements de Sue Caragn (fig. 10), où ils disparaissent à leur tour par étirement complet. L'axe triasique complexe, réduit à une mince lame à la Chapelle de Saint-Pierre, repose un moment directement sur le Sénonien et est recouvert par les calcaires jurassiques qui se suivent jusqu'à la Cime de Bonvillar, affectés de quelques faibles ondulations (fig 10) qui représentent ce qui reste des plis si intenses des fig. 6, 7, 8 et 9. La lame triasique elle-même disparaît presque immédiatement vers le sud et les calcaires jurassiques chevauchent directement sur le Sénonien (fig. 11, point 1281) par un accident qui se suit jusqu'au Mont Férion et qui délimite les aires synclinales du Var moyen et du Paillon après la complète disparition de l'éperon anticlinal de la Vésubie moyenne, du synclinal principal de l'aire du Var moyen et des accidents du Mont-Brech ; ce contact anormal résulte donc de la confluence de tous les plis que je viens de citer jusqu'à celui de Saint-Jean-la-Rivière, qui appartient au faisceau de la Vésubie inférieure.

A la cluse de Saint-Jean-la-Rivière, commence le *cours inférieur de la Vésubie*, très différent du cours moyen précédent, qui traverse en gorges très profondes, jusqu'à son confluent avec le Var, une série d'écailles ou lambeaux imbriqués composés de la série d'assises qui va du Jurassique supérieur au Sénonien, chevauchant les uns sur les autres vers le sud-ouest et ayant à leur base, dans les parties profondes visibles par l'érosion, les cargneules et gypses du Trias [1]. La Société a abandonné la route nouvelle qui suit le fond de la vallée de la Vésubie et a pris l'ancienne route de Nice, par Levens. De la sorte, nous avons vu, plus nettement que du fond de la vallée, ce phénomène répété sur une échelle grandiose et dans les détails duquel je n'entrerai pas ici, ayant résumé précédemment les faits principaux ; au point de vue pittoresque aussi, ce trajet est beaucoup plus intéressant.

Un peu avant d'arriver à Levens, la Société a observé l'existence d'un poudingue situé à 500 m. environ d'altitude, sur le col même par où passe la route et à la tête du vallon qui descend de Levens vers le sud, et on a été d'accord pour y voir un témoin, le plus

1. Voir p. 658 et Étude géol. Nord Alpes-Marit., p. 181 et pl. V, fig. 14.

élevé connu, des poudingues pliocènes si développés au sud de Levens et dont le vallon en question marque très nettement l'axe : deux autres lambeaux visibles sur la route de Levens à la Roquette jalonnent d'ailleurs la continuité entre la grande masse des poudingues et ce témoin septentrional.

A partir de Levens, nous sommes descendus rapidement à Nice, non sans avoir examiné la plaine triasique si singulière traversée par la route à la sortie de Levens et qui est pour moi une nappe triasique poussée sur le Crétacé à la base d'une écaille (voir plus haut, et Pl. XLI, fig. 2). En nous rapprochant de Nice, nous avons pu constater, ainsi que je l'ai indiqué plus haut (p. 649-651 et 657-660), que les chevauchements de la Vésubie inférieure se résolvent de plus en plus en des anticlinaux déversés, puis droits, dont les axes, dirigés approximativement N.N.O., s'abaissent avant d'arriver à la vallée du Paillon ; toutes les crêtes de calcaires jurassiques supérieurs, si marquées dans la topographie, disparaissent graduellement sous des croupes sénoniennes, qui s'abaissent à leur tour pour former le versant droit du Paillon. Une autre constatation intéressante a été le développement considérable des accidents de dolomitisation dans les calcaires du sommet du Jurassique, parfois criblés de poches remplies d'une dolomie cristalline sableuse, exploitée comme sable, et la réapparition, à leur base, de niveaux plus anciens, en particulier de l'Oxfordien fossilifère sur la route de Levens à Sainte-Pétronille et en dessous de Falicon.

M. P. **Lory** a visité, sur la route de Saint-Martin à Venanson, le gisement sinémurien décrit dans le mémoire de M. Léon Bertrand ; ces calcaires à Encrines et Gryphées rappellent de façon frappante le faciès que le Lias revêt dans le massif de La Maure, au sud de Grenoble.

M. Lory exprime ensuite l'intérêt qu'a offert l'examen de la tectonique si curieuse de la Vésubie moyenne : l'interprétation qu'en a donnée M. Léon Bertrand paraît bien justifiée par les faits que la Société a eus sous les yeux.

M. **Léon Bertrand** est heureux de l'approbation d'un confrère aussi compétent dans les questions de géologie alpine.

La séance est levée à 9 h. 1/2.

Séance du Mercredi 17 Septembre 1902

PRÉSIDENCE DE M. LÉON BERTRAND, PRÉSIDENT

La séance est ouverte à 8 h. 3/4, dans une des salles de l'Hôtel-de-Ville de Nice.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. Léon Bertrand résume les observations faites dans les courses du 16 et du 17 septembre.

Compte-rendu de la course du 16 Septembre

par M. **Léon BERTRAND**.

Cette journée devait principalement être employée à constater les phénomènes de convergence des régions alpine, subalpine et des hauts plateaux calcaires ou préalpine dans une région très limitée, au voisinage des villages de Bonson et de Gilette, ainsi que je l'ai brièvement exposé dans la séance du 10 septembre (page 654).

Nous sommes descendus du chemin de fer du Sud à la halte du Pont Charles-Albert et avons traversé immédiatement le Var sur ce pont. Arrivés sur la rive droite, nous nous sommes trouvés dans les calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur plongeant au nord (fig. 3) ; un sentier montant à travers les champs d'oliviers nous a fait traverser les divers niveaux du Crétacé superposés et concordants, et nous sommes arrivés, après avoir recoupé un lacet de la route de Gilette, au Sénonien plongeant au nord et sur lequel brusquement repose le Trias, qui débute par un banc de gypse blanc saccharoïde concordant avec le Sénonien. Nous avons traversé ce Trias, qui forme l'axe d'un pli couché rompu (fig. 2), mais dont nous apercevions près de nous un lambeau de Jurassique supérieur et d'Infralias du flanc renversé ; ce Trias se poursuit jusqu'au tournant de la route de Gilette où s'embranche celle de Bonson. Là, au lieu de suivre la route carrossable de Bonson, nous avons pris un petit sentier qui nous a fait descendre au fond du ravin qui nous séparait de la croupe où est la chapelle des Sales et nous sommes remontés ensuite sur cette croupe par le vieux chemin du Pont Charles-Albert à Bonson. En descen-

dant, nous avons traversé une série régulière d'assises concordantes avec l'axe triasique précédent et plongeant toujours au nord : dolomies infraliasiques, calcaires jurassiques et Crétacé jusqu'au Sénonien. Brusquement nous sommes arrivés à des dolomies blanches complètement cristallines et sableuses, qui représentent le maximum de transformation du Jurassique supérieur; ces sables

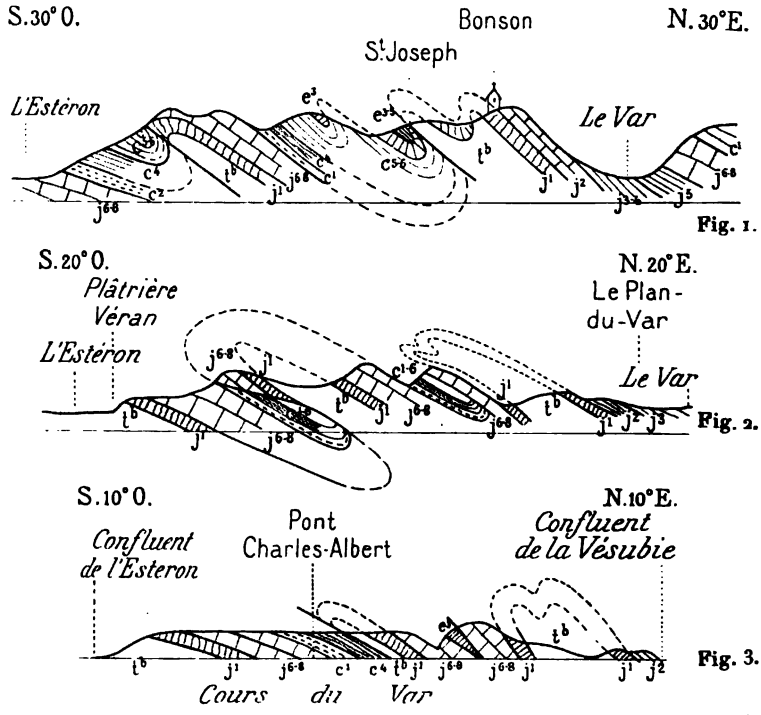


Fig. 1-3. — Coupes de la région comprise entre l'Estéron et le Var au voisinage de leur confluent (voir en outre la Pl. XLI, fig. 1).

tb, Cargneules et gypses triasiques ; j^1, Infralias ; j^2, Lias ; j^{3-4}, Bajocien et Bathonien ; j^5, Callovien et Oxfordien ; j^{6-8}, Calcaires supérieurs du Jurassique ; c^1, Néocomien et Barrémien ; c^4, Cénomanien ; c^{5-6}, Crétacé supérieur ; e^{3-5}, Calcaires et marnes nummulititiques. — Échelles : 1/80000.

dolomitiques plongent vers le nord-est et reposent nettement sur le Sénonien (fig. 2). Ils constituent un fragment du flanc renversé d'un anticlinal couché vers le sud-ouest, car ils plongent vers la rive droite du Var sous l'Infralias et celui-ci sous les gypses et cargneules du Trias (fig. 2 et 3); ce témoin du flanc renversé n'a qu'une faible durée et nous avons trouvé un peu plus loin, au voisinage de la chapelle Saint-Joseph, le chevauchement direct de

l'axe triasique, débutant par un banc de gypse, en concordance parfaite avec les calcaires nummulitiques superposés au Sénonien, sur lesquels il repose (fig. 1).

L'axe triasique est suivi, au nord-est, par la série régulière du Jurassique plongeant vers l'E.N.E., avec un repli anticlinal parallèle au grand accident et marqué par un nouvel axe triasique qui passe sous le village même de Bonson, construit en grande partie sur l'Infralias, fossilifère au Collet de Saint-André (fig. 1).

Le grand contact anormal rencontré en dernier lieu est celui que nous avions vu, dans notre course du 10, naître à Rorebel et qui se prolonge jusqu'auprès de Nice ; c'est lui qui limite, au sud et à l'ouest, la région des chevauchements imbriqués de la Vésubie inférieure observée hier. Celui que nous avons étudié au début de la course correspond à l'anticlinal du Cheiron, qui limite au sud la région synclinale de l'Estéron, avec ses accidents discontinus (brachyanticlinaux rompus et chevauchant en leur milieu, cuvettes synclinales), dont nous avons vu devant nous des exemples après avoir quitté Bonson par la route du Revest et en arrivant au-dessus de Gilette. Cette grande aire synclinale, large d'une vingtaine de kilomètres plus à l'ouest, se réduit ici à un simple synclinal fortement écrasé et qui n'est plus visible sur la berge droite du Var que par un lambeau de calcaire nummulitique pincé entre deux bandes de calcaire jurassique presque concordantes (fig. 3).

De même, examinons la série de couches régulières observées au départ avant d'arriver au premier axe triasique et que nous avons retraversées en descendant de Gilette à la plâtrière de M. Véran (fig. 2), située au confluent de l'Estéron et du Var. Cette série *simple*, allant du Trias au Sénonien et chevauchée par l'aire synclinale de l'Estéron, comme celle-ci l'était par la région alpine, représente à elle seule toute la large zone des plateaux calcaires traversée de Grasse à Thorenc dans les courses dirigées par M. Guébhard ; elle se réduit ici à un simple synclinal couché et rompu.

Il y a donc là une convergence remarquable de plusieurs lignes de dislocation de premier ordre, sur laquelle j'ai insisté dans mon résumé des grandes lignes de la tectonique de la région (p. 654), et en même temps une simplification extrême de deux régions beaucoup plus compliquées tectoniquement plus à l'ouest.

Revenus au Pont Charles-Albert, nous avons suivi la vallée du Var jusqu'à Saint-Martin-du-Var, en ayant sur notre gauche la région alpine, dont la limite coïncide là avec cette portion du cours du Var. A Saint-Martin-du-Var, avant de reprendre le train de Nice, nous avons visité une carrière d'argiles plaisanciennes

surmontées par les premiers bancs des poudingues torrentiels de l'estuaire du Pliocène supérieur (Pl. XLIV, fig. 2), formant le fameux *delta pliocène du Var*, dont nous avions vu la tête à Levens dans la course de la veille et que nous avons traversé longuement par la ligne du chemin de fer du Sud, à l'aller et au retour.

Compte-rendu de la course du 17 Septembre

par M. Léon BERTRAND.

Cette course a été consacrée à l'étude du faisceau de plis et chevauchements du littoral, entre Nice, La Turbie et Monaco.

La Société est partie, à 6 h. 1/2, par la nouvelle route de Villefranche, contournant la presqu'île de calcaires jurassiques du Mont-Boron, irrégulièrement dolomitisés suivant les points considérés ; ces calcaires sont creusés de poches dans l'une desquelles notre confrère M. Caziot nous a montré un remplissage stalagmitique très intéressant, renfermant des fossiles marins très analogues aux formes actuelles de la Méditerranée, en particulier de nombreux Pectens.

Après avoir dépassé Villefranche, nous avons pris la route qui monte au Col des Quatre-Chemins ; nous nous sommes trouvés dans le Sénonien, à l'extrémité occidentale de la grande cuvette synclinale de Beaulieu, qui s'ouvre largement à l'est, sous les flots de la Méditerranée; ce Sénonien repose régulièrement au sud sur le Jurassique du Cap Ferrat, par l'intermédiaire du Crétacé inférieur. La montée de la route nous a montré que le flanc nord de ce synclinal est légèrement renversé vers le sud et que les calcaires jurassiques forment une voûte *non rompue et simplement déversée* (Pl. XLII, fig. 2), qui s'enfonce plus haut sous un second synclinal crétacé, chevauché à son tour par un nouvel anticlinal jurassique, un peu avant d'arriver au col, et cette fois avec *disparition d'une partie du flanc renversé*, puisque le Jurassique supérieur du flanc renversé de cet anticlinal chevauche directement sur le Sénonien ; ce nouvel anticlinal laisse voir son axe infraliasique, que nous avons rencontré en suivant la route de la Corniche supérieure, et même en quelques points les cargneules du Trias. Nous avons traversé le flanc normal de cet anticlinal, formé par les calcaires jurassiques et les divers niveaux crétacés plongeant régulièrement au nord, bien visibles en arrivant au col où la route stratégique vient rejoindre la grande route ; la réduction d'épaisseur du Crétacé

inférieur devient extrême. Le fort de La Drette et toute la crête qui se poursuit jusqu'au Mont de la Bataille, au-dessus de La Turbie, sont formés par une nouvelle série de calcaires jurassiques chevauchant directement sur le Sénonien (Pl. XLII, fig. 3) et dans lesquels la route de la Corniche pénètre pendant un trajet de 1 kil. 1/2 environ ; c'est un nouvel accident analogue aux deux anticlinaux observés précédemment et qui naît sur la rive gauche du Paillon, près de La Trinité-Victor, par un anticlinal à brusque terminaison périclinale. Le flanc renversé de cet anticlinal disparaît presque immédiatement et l'on a *un véritable chevauchement sans trace de flanc renversé;* la coupure produite dans cette crête jurassique par le vallon qui descend vers le nord-ouest au monastère de Laghet nous a permis de constater avec la plus grande netteté l'enfoncement du Sénonien vers le nord sous la nappe chevauchante et, en même temps, l'apparition de l'Infralias à la base du Jurassique dans cette nappe (Pl. XLII, fig. 4).

Si l'on compare les trois anticlinaux traversés depuis Villefranche, il en ressort très nettement une progression graduelle dans le déversement, qui passe à un vrai chevauchement avec disparition du flanc renversé, à mesure qu'on monte au plus élevé. Cette progression est encore plus évidente pour un quatrième accident analogue, que nous avons très nettement observé à distance, naissant au voisinage de Drap et où le chevauchement atteint certainement plus de 1 kil. sur le chemin muletier de La Turbie à Peille (Pl. XLII, fig. 5) (comme le montre une perforation de la nappe chevauchante laissant apparaître le substratum sénonien) et de 3 kil. au Mont-Agel, dont le sommet est formé par la même nappe jurassique avec l'Infralias à sa base, reposant sur le Sénonien sur une bonne partie de son pourtour (Pl. XLII, fig. 6). *L'intensité du chevauchement dans ces quatre anticlinaux superposés a donc été d'autant plus grande qu'ils étaient plus superficiels.*

Les deux plus élevés de ces accidents ont été affectés par une véritable faille transversale, que nous avons pu voir très nettement au Col de Guerre, où elle amène une dénivellation d'environ 200 m. entre la partie à l'ouest de cet accident et celle située plus à l'est, c'est-à-dire le soubassement du Mont Agel, surélevée par rapport à la précédente ; cette faille me paraît provenir de la torsion des deux nappes chevauchantes, qui présentent en plan une inflexion marquée dont la concavité est tournée du côté sud, c'est-à-dire du côté du chevauchement.

En descendant de La Turbie à Saint-Romain, nous avons suivi la base du chevauchement partant du Col de Guerre et vu apparaître

graduellement à la base du Jurassique les dolomies infraliasiques, puis les marnes du Rhétien avec lignites qu'on avait tenté d'exploiter au-dessus des Moulins, à Font-Divine (Pl. XLII, fig. 6) et, enfin le Trias formant l'axe de l'anticlinal, qui se reconstitue complètement au-dessus de la chapelle de Bon-Voyage (p. 655, fig. 1).

Enfin, avant de reprendre le train à Monaco, plusieurs membres de la Société sont allés voir les brèches ossifères formées dans des fentes du calcaire jurassique.

En vue de Villefranche, M. **Guébhard** rappelle que Tchihatcheff, en 1842, signalait que « les Nummulites et les Miliolites se trouvent seulement à Beaulieu *et* dans un banc isolé *près de l'arsenal de Villefranche* ». Quoique M. Guébhard n'ait pas eu l'occasion de retrouver ce « banc isolé », il semble bien, d'après les pendages du Jurassique de part et d'autre de la baie, que l'ouverture de celle-ci au sud soit due à un vrai synclinal.

Quant au Nummulitique de Beaulieu, M. **Guébhard** observe qu'il devrait s'avancer, sur la carte, beaucoup plus au sud, jusque dans la petite anse de la villa Samama, à la naissance de la presqu'île, où il se montre, au contact du Santonien vertical, très fossilifère. La structure tout entière de ce cap si pittoresque ne serait-elle pas en rapport avec le croisement de la direction la plus apparente des plis est-ouest de la côte par le prolongement d'un axe issu, comme celui de la baie de Villefranche, du centre même du coude du Var, d'où il ne serait pas étonnant, après que M. L. Bertrand y a montré, près de Gilette, « un point de convergence remarquable de plusieurs lignes de dislocation de premier ordre » venues du nord, que partissent, vers le sud, d'autres lignes, d'ordre quelconque, qui auraient déterminé, au loin, toutes les déchiquetures de la côte, jusqu'à la frontière italienne, absolument de la même manière qu'a occasionné la proéminence du cap d'Antibes, un rayon de ce genre, issu du centre moindre, mais non moins réel, quoique contesté, du Saut-du-Loup.

Si peu que M. Guébhard ait connaissance de ces parages, il imagine que l'existence d'un autre centre de plissements secondaire au voisinage du Col de Guerre, éclaircirait fort les complications de structure du littoral de Nice à Monaco, et une partie de celles de l'Agel. Peut-être même faudrait-il y rattacher, sur la route de la Corniche, vers le point 535, un petit dôme jurassique remarqué, au milieu du synclinal crétacé et qui, d'après ce que M. Guébhard sait d'autres régions, ne lui semble pas devoir être rangé dans la grande catégorie des « accidents négligeables ».

Au commencement de la descente de La Turbie sur Font-Divine, M. Guébhard fait remarquer la présence bien caractérisée de l'Oxfordien, exploité en carrière un peu plus haut, à une place où la restriction à J^{8-4} de la désignation J^{8-3} qui marque ailleurs toute l'épaisseur du Jurassique, ferait croire, au-dessus de l'Infralias, à une exagération peu vraisemblable de la lacune jurassique, elle-même moins que certaine.

M. **Caziot** indique un des principaux résultats des courses qu'il a faites autour de Nice.

Il existe trois horizons de l'étage albien dans les environs immédiats de Nice : 1° deux dans le massif compris entre la route de la Corniche et le village de La Trinité ; 2° au nord de Falicon, sur la rive gauche du Paillon à Tourrette, au nord de Saint-André. J'avais l'intention de faire connaître l'existence de ce terrain, lorsque la carte géologique des Alpes-Maritimes, publiée par M. L. Bertrand, vint combler la lacune existante ; toutefois cette carte, par suite de son échelle, ne peut indiquer tous les détails ; des lambeaux de terrain, par ce fait, ne peuvent être relatés ; en outre, divers horizons sont teintés de la même couleur ; il y aurait intérêt à les différencier. Je me propose, si possible, de compléter certaines parties de cette carte si intéressante et si bien étudiée.

Le massif crétacé de La Trinité, dans la partie ci-dessus visée, est intéressant à ce point de vue : le gîte pliocène, signalé par Risso, occupe une plus large surface que celle qui est indiquée (ce sera le sujet d'un article à part). Tous les massifs, la plupart cultivés, sont séparés les uns des autres par des petits cours d'eau plus ou moins torrentueux, coulant au fond de ravins étroits et élevés où l'on peut interroger la base : celle-ci semble être constituée par le Turonien, car si je n'ai pu être certain de l'existence de cet horizon, par l'inspection des rares Echinides indéterminables qu'on y rencontre, j'ai trouvé des radioles de *Tylocidaris clavigera*, signalés déjà dans le Turonien de Menton par M. Peron.

Le Sénonien occupe la partie supérieure. Il est bien caractérisé par la présence de très rares et très mauvais *Echinocorys vulgaris*, par son faciès et ses nombreux Spongiaires. Je ne relate pas les Inocérames, car je les crois communs aux deux étages.

Au lieu appelé Stau-Sobran sur la carte d'État-major, l'Albien, très peu épais, est riche en fossiles, dans un calcaire glauconieux, avec petits noyaux de marnes ferrugineuses. Il s'appuie sur une assise de calcaire noir compact, dans laquelle on recueille des

moules de fossiles bivalves indéterminables, voisins des *Pachyrisma* du Corallien, d'après M. Peron, qui a bien voulu les examiner.

Au fond des ravins, dans la partie resserrée à l'est, au sud du fort de La Drette, on se trouve en présence d'un deuxième horizon d'Albien fossilifère, très glauconieux, s'appuyant sur le Néocomien, d'étendue restreinte, bien caractérisé par la présence de très rares échantillons d'*Echinospatagus cordiformis*. Celui-ci s'appuie sur le Jurassique à l'est et est séparé par un ravin, au nord, du Sénonien à Spongiaires.

M. **Léon Bertrand** remercie M. le commandant Caziot de son intéressante communication et espère qu'il continuera ses études de détail sur la région, dont lui-même n'a pu matériellement, en raison du temps limité dont il disposait pour parcourir une si grande surface, que donner une esquisse, aussi fidèle que possible, mais qui reste à préciser en beaucoup de points. Il prie aussi M. Ambayrac de faire profiter le Bulletin de la Société de ses très nombreuses observations sur le terrain.

M. **Ch. Pellegrin** présente un plan géologique en relief au 1/20.000 des environs de Monte-Carlo qui permet de se rendre compte de l'influence du relief du sol et des érosions dûes aux ravins et torrents très profonds [1]. Cette carte a été très exactement dressée au point de vue topographique à l'aide de documents spéciaux et de levés personnels qui ont permis de corriger les cartes existantes. Il est en effet indispensable dans un pays accidenté, où le figuré géologique est en relation directe avec les accidents de terrains, escarpements, torrents, plateaux, etc., que les cartes qui servent de base soient une reproduction fidèle de la surface du sol.

M. Pellegrin s'est heureusement rencontré dans ce travail, qui remonte déjà à plusieurs années et qui a été entrepris dans le but spécial d'une étude de gisements carbonifères dans cette région, avec son éminent collègue M. Léon Bertrand.

Cette étude de détail qui a duré plus d'une année lui a permis il est vrai de distinguer dans la série jurassique souvent dolomitique plusieurs étages et il a pu y faire trois séries : la série inférieure comprenant le Bajocien, le Bathonien et le Callovien ; la série moyenne comprenant l'Oxfordien et le Kimeridgien ; la série supérieure comprenant notamment le Tithonique plus ou moins

1. La planche XLV a été dressée d'après une reproduction photographique du plan en relief de M. Pellegrin. Elle est à l'échelle de 1/50.000.

dolomitisé. De même il a pu partout distinguer nettement l'Infralias supérieur composé de dolomies jaunâtres à délits prismatiques et l'Infralias inférieur avec *Avicula contorta* comprenant des argiles au niveau desquelles jaillissent les sources de la région et une couche de lignites qui atteint et dépasse un mètre de puissance. Ces lignites reposent sur un grès fin pulvérulent très riche en pyrites de fer qui surmonte les gypses du Trias. Il est probable que ce grès fait en ce point la limite de l'Infralias et du Trias. Le Trias se présente aussi sous forme d'argiles bariolées et de cargneules.

Si la carte d'ensemble de la région présente sur la Feuille de Nice une grande quantité de contacts anormaux et de chevauchements, l'étude de détail du massif du Mont-Agel en permettant de fixer à plus grande échelle les divers accidents

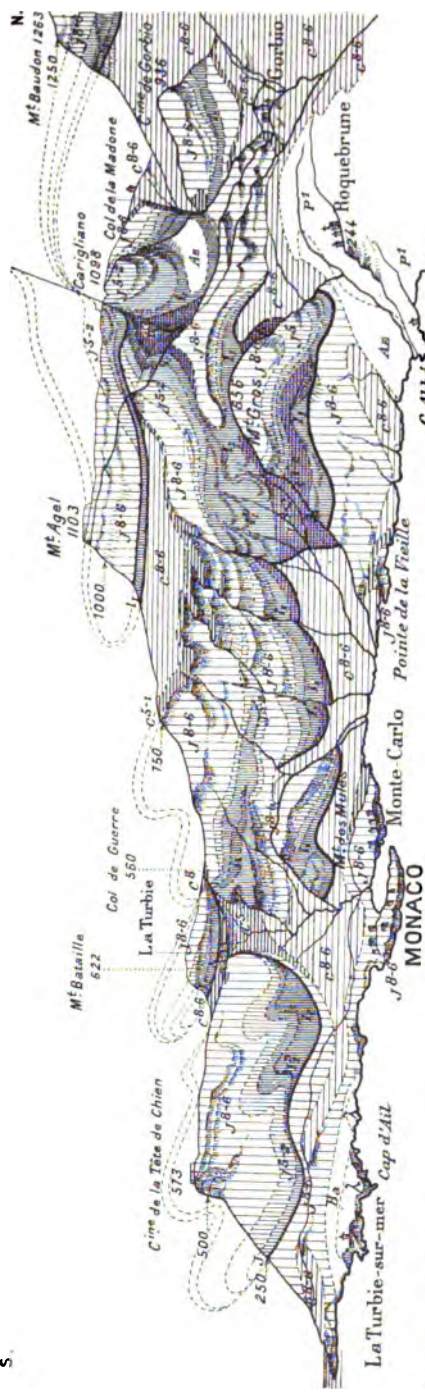


Fig. 1. — Profil géologique du Mont-Agel. — $A\varepsilon$, Dépôts récents ; *Ba*, Brèche volcanique ; P^1, Pliocène supérieur ; λ, Labradorite ; c^{8-6}, Sénonien, Turonien ; c^{3-3}, Cénomanien ; c^{2-1}, Albien, Aptien ; c_{II-VI} Néocomien, Crétacé inférieur ; J^{8-6}, Tithonique ; J^{7-2}, Kimeridgien, Oxfordien ; J_{I-IV}, Callovien, Bathonien, etc. ; I^{b}_{1}, Infralias dolomitique ; I_1, Infralias argileux ; t^{3-2}, Trias, argile et gypse. — Échelle : 1/500000 environ.

locaux, fait ressortir plus encore ces anomalies. Il est en effet très rare d'y observer la succession normale des divers étages, suivant n'importe quelle ligne de coupe. Il semble donc que les contacts anormaux et chevauchements sont une règle et non une exception dans la région littorale des Alpes-Maritimes.

Pourtant il ne faudrait pas croire que ces chevauchements ont une amplitude considérable et que les écailles de terrains plus anciens formant des îlots sur les terrains récents ont une superficie considérable. Il semble préférable de les subordonner à de plus grands mouvements de plissement qui, formant des anticlinaux très aplatis et couchés sur les terrains plus récents, ont par suite de brisure, cheminé quelque temps encore en vertu de la vitesse acquise.

En particulier dans la région du Mont-Agel on se trouve en présence de trois anticlinaux inclinés de 20° au plus sur l'horizon et couchés sur des synclinaux crétacés; leur direçtion est sensiblement sud-ouest-nord-est. Les parties qui après le plissement sont demeurées en porte-à-faux se sont brisées et ont formé des éboulis que les érosions ont en partie enlevées. Le noyau des anticlinaux composé de roches plastiques, Trias et Infralias, sous l'influence de la poussée, a avancé davantage, laissant en arrière les roches plus dures du Jurassique et a débordé sur les synclinaux crétacés. Il semble que c'est là qu'il faut chercher une explication des nombreux chevauchements de cette région, et on peut en conclure que l'amplitude de ces charriages ne saurait être considérable (voir figure 1).

On peut en jetant un coup d'œil d'ensemble sur la formation géologique des Alpes-Maritimes émettre l'idée que les chevauchements qu'on y a rencontrés ont une origine semblable. Sous l'influence des poussées tangentielles qui les ont produits ces glissements des roches anciennes sur les terrains récents ont presque tous eu lieu sur les argiles du Trias et de l'Infralias qui ont ainsi servi de surface lubréfiante pour favoriser le mouvement. De plus ces terrains triasiques ou infraliasiques au contact avec le Crétacé ont offert un champ propice aux érosions qui ont permis de rendre plus frappants encore ces contacts anormaux. De même, au point de vue mécanique, il ne fait aucun doute que dans le cas d'un anticlinal brisé en son sommet et soumis à une poussée parallèle à son plan axial, la partie supérieure avancera plus que la partie inférieure.

Par suite il paraît prudent de ne pas donner aux chevauchements une importance trop considérable. On peut les considérer seule-

ment comme l'exagération, pour ainsi dire, du pli couché dont certains lambeaux, après rupture, ont continué à cheminer sur les terrains plus récents, le pli lui-même étant en avancement par sa partie supérieure et son noyau plastique sur les terrains géologiquement moins anciens.

M. **P. Lory** indique les analogies tectoniques de la région aujourd'hui étudiée avec certaines parties des plateaux du Jura et des chaînes subalpines du Dauphiné méridional. Ce sont, de part et d'autre, mêmes longs plis-failles chevauchants, délimitant des aires plus ou moins accidentées de brachyanticlinaux et de brachysynclinaux.

M. **Guébhard** signale *trois petites taches labradoritiques* (dont deux indiquées par M: Ambayrac) à ajouter au grand nombre de celles qu'il a marquées sur sa carte et au petit nombre de celles qu'a inscrites la Feuille de Nice [1].

M. **Guébhard** demande à conter les circonstances spéciales dans lesquelles il a été amené à faire *deux trouvailles de fossiles aux environs de Vence*, en revisant les contours de la bordure orientale du synclinal nummulitique de Vaugelade, qu'il avait eu le regret, étant pressé par les délais de publication de sa carte, d'être obligé de tracer, quoique sans grande confiance, d'après la *carte géologique de Vence* d'Edmond Blanc, publiée dans le fascicule de la Réunion de 1877. D'instinct, dit-il, et pour mieux répondre aux correspondances axiales remarquées entre les deux bordures du grand golfe pliocène, enfoncé jusqu'à La Colle, j'avais été tenté de reporter de quelques millimètres à l'ouest l'extrémité méridionale de la bande nord-sud de Jurassique supérieur, que M. Zürcher devait rejeter d'un centimètre à l'est. Mais il s'agissait, après tout, de contours si grossièrement visibles sur le terrain, si faciles à relever avec précision, que je n'osai mettre en doute, là, les tracés d'Edmond Blanc.

Or, dès la première visite aux environs du coude que fait, à l'est de Saint-Paul, la route de Cagnes à Vence, je vis passer, exactement aux points prévus, les contours suspectés ; et deux autres visites précisaient encore, dans les ravins qui s'étendent de ce point à La Cagne, les contours de l'Eocène inférieur et du Crétacé, en même temps qu'ils satisfaisaient au desideratum d'une corres-

1. Voir CR. de la course du 8 septembre, *ante* : p. 629, et aux notes annexes : A. Guébhard, Énumération des taches labradoritiques observables à l'ouest du Var.

pondance méridionale à la plus orientale des *encoches synclinales* notées sur la bordure nord du massif jurassique, à l'endroit même où M. H. Ambayrac avait depuis longtemps signalé le riche gisement du Gault et Néocomien de Val Estrech, non indiqués sur la carte du Service géologique, et victimes, sur la mienne, d'un oubli de foncement de teinte à la gravure.

Tout cela était bien fait pour augmenter mes suspicions contre certaine protubérance, ne rimant à rien, ni tectoniquement, ni orographiquement, que dessinaient, en face de Vence, à la hauteur de la Lubiane, les contours d'Edmond Blanc. De multiples visites furent nécessaires pour en avoir le cœur net, car la séparation était particulièrement délicate à relever, entre le Nummulitique, franchement gréseux et siliceux à sa base, et les grès et sables lacustres attribués à l'Eocène inférieur [1]. Mais cela me procura le plaisir, à force d'examiner les silex sous mes pas, de trouver, dans un bloc contenant des Joncs comme ceux de La Gaude, des Limnées de grande taille, très allongées et cylindriques, dont la reconnaissance permettra peut-être de préciser l'attribution, fort incertaine jusqu'à ce jour, de cet horizon à végétaux, où n'avaient jamais encore été aperçus de restes animaux.

Poursuivant mes investigations au quartier du Pountaoutchoun, à la recherche du passage, déjà retrouvé au sud, de mon axe synclinal, j'eus le bonheur de découvrir, en bordure d'un golfe périclinal parfaitement marqué, quoique très minime, du contour jurassique, un important affleurement de Gault, extraordinairement riche en Rhynchonelles grosses et petites, admirablement conservées, sans exclusion des Ammonitidés, dont un spécimen, du poids exceptionnel de 25 kil., a été rejoindre au Musée de Grenoble toutes mes récoltes crétacées et jurassiques de la région.

Et c'est ainsi qu'une fois de plus le fil conducteur de ces « lignes axiales » que l'on me conteste, et dont la Feuille de Nice, au détriment de l'exactitude matérielle des tracés, a fait disparaître jusqu'aux moindres apparences dans le rendu graphique, m'a amené à faire des trouvailles inattendues de fossiles, en des points où rien autre ne pouvait faire pressentir leur existence.

M. **Ambayrac** présente à la Société plusieurs coupes dans la région de La Gaude et de Saint-Jeannet (fig. 1, 2, 3).

En avant et au sud des hautes falaises ou redans de nature jurassique formant sous les noms de Baous (museaux) de Vence,

1. Voir la note annexe : G.-F. Dollfus et A. Guébhard, sur les débuts de l'Éocène, etc.

Saint-Jeannet, La Gaude, Gattières, etc., le front de la haute région provençale avec des altitudes de 820 à 840 m., le Jurassique effondré en avant de la faille constitue un soubassement situé à 500 m. plus bas en forme de cuvette régulière avec pendage au nord vers le centre, à l'est vers La Cagne, à l'ouest vers le Var. Cette cuvette, qui contient les principaux étages du Crétacé et du Tertiaire, est relevée au sud vers La Gaude, se bombe en demi S couché au nord-ouest (Val Estrech), tandis qu'elle se casse par une flexure brusque et oblique à l'est, vers le Var, dans la région dite Plan du Bois de La Gaude, au sud-est de Saint-Jeannet. Le Jurassique, assez complet, montre, vers La Cagne (Pont de la Lubiane) le Bathonien à *Rhynchonella decorata* et avec un faciès gréseux ; il laisse passer dans le Bajocien ? en une région brisée, dolomitisée, un filon de pyrolusite (MnO^2), qu'on peut suivre de La Cagne (pont) à La Haute-Gaude, La Condamine et Les Vaquières, (direction O.S.O.-E.N.E.) probablement jusqu'au Var. Ce doit être le filon de La Valmasque, près Biot.

Les calcaires jurassiques supérieurs, très visibles à la propriété Ambayrac, montrent nettement la couche à Nérinées (*Itieria*) avec inclinaison de 35 à 40° en bancs très réguliers, sur lesquels repose le Crétacé inférieur, avec traces de bauxite de séparation, Néocomien à *Spatangus* et Gault particulièrement riche en fossiles. Les étages hauterivien, barrémien, albien, se succèdent rapidement, séparés par des grès très siliceux sans fossiles, qui servent comme de salbandes au Gault. Le Cénomanien y est caractérisé par des *Exogyra columba*, var. *minor* innombrables, puis par des *Orbitolina complanata*, et ensuite par de nombreux bancs crayeux à *Exogyra columba*, var. *major*. Au-dessus se trouvent des calcaires turoniens ou sénoniens à rares *Micraster coranguinum*, et enfin une zone très glauconieuse, où je n'ai trouvé qu'une Exogyre minuscule que j'ai prise pour l'*Ex. pyrenaica* ?

Sur le Crétacé sont les sables éocènes ou oligocènes sans fossiles, rouges, orangés et blancs de bas en haut, avec blocs ferrugineux et parfois riches en pyrolusite, que surmontent de petits bancs calcaires à étudier et 4 à 5 m. de silex blancs ou rosés pétris de Roseaux, indiquant une formation lacustre. C'est la région dite des « Seréns ». Vers l'ouest cette formation est très limitée, mais au centre et au nord-est elle s'étend considérablement et gagne tellement en épaisseur qu'aux Vallons elle dépasse 30 mètres. Sur son parcours, elle est en un point (La Vaquière) recouverte d'un conglomérat à fossiles marins (grande Térébratule, etc.).

Vient ensuite la molasse siliceuse à la base et calcaire en dessus :

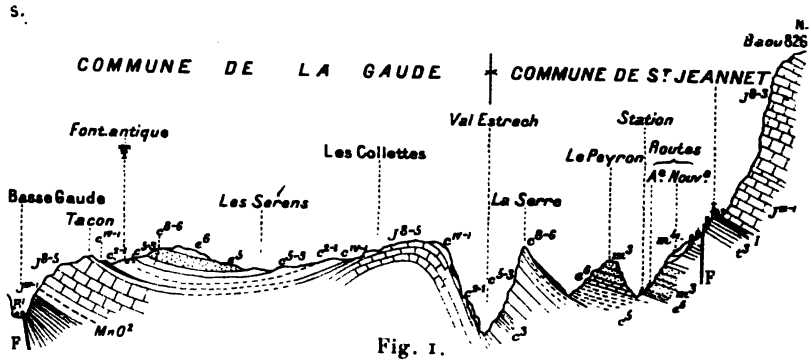


Fig. 1.

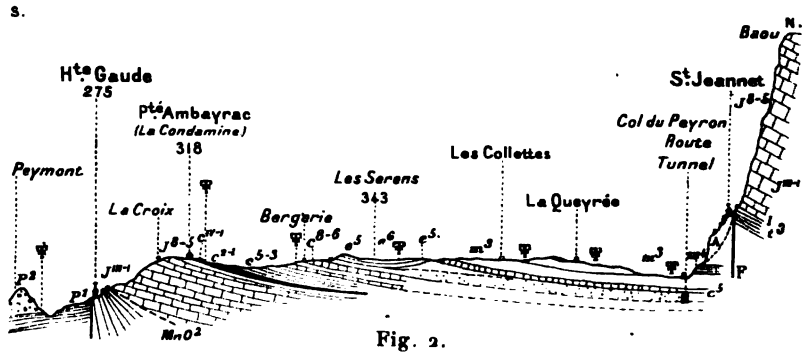


Fig. 2.

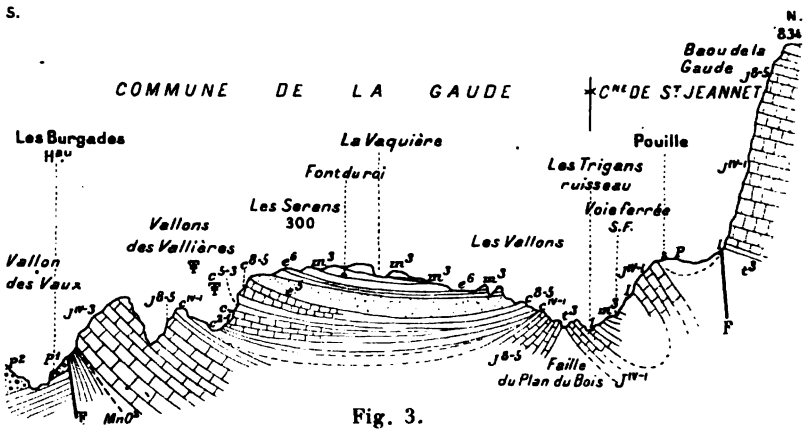


Fig. 3.

Fig. 1 à 3. — Coupes du plateau de La Gaude à Saint-Jeannet : fig. 1, bordure occidentale ; fig. 2, région centrale ; fig. 3, bordure orientale. — Échelle des longueurs 1/12.500 env. ; hauteurs quintuplées.

A, Éboulis pléistocènes ; P_2, Poudingue pliocène de Nice ; P_1, Marnes bleues, jaunes, pliocènes, fossilifères de Biot ; m_4, Marnes de Vence ; m_3, Molasse de Vence-Saint-Jeannet ; e_6, Silex meuliers (Oligocènes) ; e_5, Sables bigarrés, blancs, jaunes, rouges, de La Gaude ; c^{8-6}, Sénonien, Turonien ; c^{5-3}, Cénomanien à *Ostrea columba* ; c^{2-1}, Gault, Albien ; c^{IV-1}, Calcaires crétacés inférieurs (Néocomien) ; J^{8-5}, Calcaires blancs jurassiques supérieurs ; J_{IV}, Bajocien, calcaire à silex ; J_{III-1}, Bathonien (Dolomies) ; *I*, Infralias ; t_3, Trias, marnes irisées plus ou moins gypsifères ; F,F, Failles ; ℲF, Gîtes fossilifères.

à *Pecten scabriusculus*, *Conoclypeus*, *Echinolampas*, *Clypeaster*, *Schizaster*, *Scutella*, Balanes, *Lithothamnium*. Elle présente même une intercalation de marnes avec quelques rares *Ostrea* de deux formes, l'une rappelant l'*O. crassissima* jeune, l'autre digitée, grande, comme les Inocérames de Puget-Théniers Valcros (Baréty). Sur la molasse viennent les marnes helvétiennes de Vence à *Flabellum*, souvent peu distinctes des marnes pliocènes, où j'ai trouvé une très belle *Pinna*, quelques rares *Ostrea cochlear*, *Dentalium*, *Natica*, du Pliocène de Nice, très observable au sud, sous la falaise ou faille de La Gaude, surmonté du poudingue également pliocène.

Cette région très riche en nombreuses particularités géologiques, minéralogiques ou stratigraphiques doit être encore étudiée avec plus de détails par M. Ambayrac pour une nouvelle communication.

Une discussion s'ouvre ensuite entre MM. **Guébhard**, **Léon Bertrand** et **Pellegrin** sur la forme anguleuse du figuré des encoches synclinales adopté par M. Guébhard.

Sur l'objection que lui font certains confrères de l'« *impossibilité* » *du figuré anguleux d'encoches synclinales* telles que celles qui découpent, au Val Estrech, l'extrémité nord du massif jurassique de La Gaude, M. **Guébhard** s'étonne qu'on puisse qualifier d'impossibles des choses qui sont certainement possibles, puisqu'elles *sont*, et n'ont été graphiquement traduites sur le papier qu'après avoir été, sur le terrain (sauf impossibilité matérielle de temps ou de parcours), 1° *vues*, 2° *comprises*.

Il est facile de concevoir qu'un angle dièdre à arête inclinée sur l'horizontale et à parois souvent plus ou moins convexes vers l'intérieur [1], étant recoupé par une surface oblique, *doit* donner en projection une courbe à point de rebroussement, angle curviligne,

1. Ce détail de convexité qu'a relevé M. L. Bertrand comme circonstance dirimante, est tout-à-fait accessoire, quoique répondant bien au processus physique de déformation des lames cassantes, auxquelles il est naturel d'assimiler, plus que tout autre partie du Jurassique, la Calcaire blanc portlandien, dépourvu supérieurement de la surcharge protectrice et amortissante d'un matelas de couches rigides. Pour la thèse de M. Guébhard, il suffit qu'il y ait dans la surface plissée, arête de rebroussement, c'est-à-dire, évidemment, fracture ; mais les fractures superficielles du Portlandien, à la moindre occasion, bien loin d'être exceptionnelles, sont une règle, d'observation tout-à-fait courante, et que devraient contester moins que d'autres, les théoriciens qui, pour point de départ de leurs chevauchements, sont bien forcés de prendre une rupture de l'épaisseur tout entière du Jurassique au grand complet, sur de longues étendues.

ayant son sommet sur l'arête. Or, c'est bien cette forme brisée en V aigu qu'affectent communément les sections de synclinaux, sinon sur tout leur parcours, du moins à leur point d'entame des brusques retombées périclinales jurassiques, surtout dans les endroits, comme le massif en question, où l'on peut les voir resserrés au nombre de trois, bien caractérisés sur une largeur de moins d'un kilomètre. Peut-être les nécessités graphiques de l'échelle du 1/80.000 ont-elles parfois exagéré l'acuité des angles : mais les tracés mêmes du cadastre, séparant les champs crétacés labourables de la bordure jurassique inculte, attestent en certains quartiers de Saint-Vallier, par exemple, la réalité d'existence de cette forme angulaire de contours. En tout cas ne vaut-il pas mieux forcer le dessin dans le sens des suggestions de structure réellement observées, que le modifier dans le sens inverse ? C'est ainsi que, dans la Feuille de Nice, à l'extrémité occidentale du mont Cheiron, l'élargissement en spatules des extrémités des véritables fiords néocomiens qui déchiquètent la retombée du dôme, a rendu méconnaissable à la fois leur physionomie réelle et leur rôle tectonique aux abords de ce grand massif, qu'après des semaines d'étude M. Guébhard avait été amené à cause des plis nord-sud qui y recoupent en quadrillage les grands plis longitudinaux, à qualifier de « pli plissé et replissé », tandis que la carte le réduit banalement au rang de gros anticlinal éraflé.

M. **Léon Bertrand** ne croit pas que les synclinaux en *angle dièdre, avec leurs parois plus ou moins convexes vers l'intérieur*, fréquents pour M. Guébhard, puissent se rencontrer autrement que d'une façon accidentelle ; il pense qu'une telle forme implique forcément et mathématiquement une rupture des couches dans l'angle du V ainsi formé, tandis que dans les synclinaux normaux les couches se raccordent d'un flanc à l'autre par une courbure continue. Il regrette que M. Zürcher ne soit pas présent à la séance, pour discuter le cas particulier de l'extrémité du Cheiron cité par M. Guébhard.

La séance est levée à 10 h. 1/4.

Séance de clôture du Vendredi 19 Septembre 1902

PRÉSIDENCE DE M. LÉON BERTRAND, PRÉSIDENT

La séance est ouverte à 4 h. 1/2 du soir, dans une des salles de l'Hôtel-de-Ville de Nice.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la séance précédente. La rédaction de ce procès-verbal est adoptée.

M. Léon Bertrand fait le compte-rendu des courses du 18 septembre et de la matinée du 19 septembre.

Compte-rendu de la course du 18 Septembre

par M. Léon BERTRAND

La Société, partie de Nice par le train de 6 h. 35 du matin, est descendue à la gare de Cabbé-Roquebrune et elle a pu observer, dès sa descente du train, en montant au village, un grand développement de poudingues avec lits sableux intercalés ; tout cet ensemble se présente en bancs inclinés de 35 à 40° et forme un placage ayant grossièrement la forme d'une portion de cône et recouvrant indistinctement les calcaires jurassiques et les marnes sénoniennes (Pl. XLII, fig. 13 et p. 666, fig. 2).

Cette formation est bien certainement postérieure aux derniers plissements importants de la région et même les couches secondaires plissées avaient été érodées avant le dépôt de ce poudingue d'une façon presque aussi marquée qu'actuellement dans les points voisins, où ce poudingue n'existe pas ; d'autre part, l'allure des bancs, qui se suivent jusqu'au col du chemin muletier de Roquebrune à Gorbio, où ils reposent sur le Sénonien, ne paraît guère compatible avec un relèvement en bascule d'une formation en bancs primitivement horizontaux qui aurait dû affecter toute la région littorale avoisinante. Ces poudingues semblent bien s'être déposés en couches presque aussi inclinées qu'elles le sont actuellement et s'être formées par des apports torrentiels dans un estuaire profond et à l'abri des courants littoraux qui étalent les sédiments terrigènes. Ce serait une formation analogue à celle qui a donné naissance aux poudingues du « delta pliocène du

Var » (p. 655) et je l'ai considérée comme à peu près contemporaine de cette dernière. Il n'y aurait guère eu, depuis sa formation, qu'un relèvement en bloc de toute la région littorale par rapport à la Méditerranée, toutefois plus accentué vers l'intérieur que sur le littoral et beaucoup plus marqué pour ces formations pliocènes actuellement portées, auprès de Roquebrune, jusqu'à 400 m. d'altitude que pour les traces de la mer pléistocène, qui se rencontrent à 50 ou 60 m. seulement.

Quant à l'origine même de ces poudingues, elle est difficile à préciser exactement. En effet, en arrivant au col en face de Gorbio, où ils se terminent, nous nous sommes trouvés en présence d'une très profonde vallée creusée dans les marnes sénoniennes et certainement postérieure à la formation de ces poudingues ; cette vallée s'est produite par érosion régressive à un moment où le niveau de base devait être très voisin du niveau actuel et il a isolé les poudingues de leur région d'origine. La topographie de l'intérieur du pays a été certainement très modifiée par l'érosion depuis la fin du Pliocène et il me semble tout à fait impossible de chercher à reconstituer le cours du torrent qui aurait produit ce grand cône de déjection sous-marin. La nature des matériaux ne peut, elle non plus, guère fournir d'indication, car les mêmes roches se retrouvent à peu près dans toute la région ; je signalerai pourtant l'abondance des galets des calcaires jurassiques supérieurs et crétacés qui forment tout le massif entre Gorbio, Peille et Sainte-Agnès, et la présence de quelques galets de grès triasiques et permiens (qui auraient peut-être pu être arrachés à des poudingues antérieurs, de l'époque nummulitique ; si, au contraire, ces galets proviennent de la destruction de couches en place, comme je le crois plus probable, cela ferait remonter la source de ce torrent ou de certains de ses affluents jusqu'à la bordure du massif cristallin).

Du col du chemin de Gorbio, nous avons eu par contre une vue extrêmement instructive au point de vue tectonique ; nous avons vu le pli du faisceau du Littoral suivi la veille depuis le Col de Guerre jusqu'à la chapelle de Bon-Voyage se retourner vers le nord, puis de nouveau vers l'est auprès de Gorbio. La grande nappe du Mont-Agel subit un mouvement analogue ; elle chevauche à la Cime Garigliano sur le pli précédent (Pl. XLII, fig. 11) et se réunit ensuite à lui par disparition du synclinal laminé intermédiaire [1] dans les

1. Ces deux nappes ont été affectées par une faille transversale dirigée du nord-ouest au sud-est et venant du Col de La Madone de Gorbio, qui correspond à son passage (Pl. XLII, fig. 8, 9).

escarpements de la Cime Biancon (Pl. XLII, fig. 10). Un troisième pli, venant du nord-ouest et formant la chaîne du Pic de Baudon (Pl. XLII, fig. 8) et de la Cime de Bausson (Pl. XLII, fig. 9), présente aussi un chevauchement vers le sud du Jurassique sur le Sénonien d'un synclinal intermédiaire et vient, à son tour, par disparition de ce synclinal, se réunir au pli du Mont Agel entre la Cime Biancon et Sainte-Agnès (Pl. XLII, fig. 10). Enfin, un quatrième anticlinal parallèle au précédent vient de la pointe de Siricocca (Pl. XLII, fig. 9) et montre dans le vallon au nord de Sainte-Agnès un axe triasique et infraliasique bien développé [2] ; cet anticlinal, séparé du précédent par un large synclinal de Crétacé qui se termine à Sainte-Agnès (Pl. XLII, fig. 10), change de direction et vient à son tour converger avec l'ensemble des trois précédents. On a, de la sorte, mise en évidence avec une merveilleuse netteté par la différence de teinte et de relief du Jurassique et du Crétacé, cette convergence très remarquable de plis que j'ai décrite précédemment et qui, fait intéressant, disparaissent sans affecter en rien la bordure de la partie occidentale de la grande cuvette synclinale occupée en son centre par le Nummulitique de Menton.

Après avoir observé cette curieuse disposition tectonique, la Société est descendue à Gorbio, toujours au milieu du Sénonien, puis de là à Menton ; chemin faisant, on a constaté que le Nummulitique débute, dans cette partie occidentale de la cuvette de Menton, par des marnes bleuâtres très fossilifères à leur base et exactement identiques aux marnes à *Serpula spirulæa* observées à Puget-Théniers ; ces marnes sont directement surmontées par des grès tendres molassiques très puissants et contemporains du Flysch, des sables de Puget-Théniers et des grès d'Annot.

L'après-midi a été consacrée à la montée de Menton à Castellar par le vieux chemin très pittoresque, qui suit sur une bonne partie du trajet les grès molassiques oligocènes ; on a observé le contact brusque de ces grès et des calcaires marneux sénoniens, par suite de l'existence d'une faille dirigée à peu près au N. 30° O. et qui paraît se poursuivre à travers le Crétacé supérieur jusqu'à Castillon. Il est possible que cette faille ait eu une importance dans la propagation des mouvements sismiques qui ont ébranlé la région. Elle divise la cuvette synclinale en deux régions très différentes par leur allure tectonique : tandis que les plis affectant le Jurassique et le Crétacé n'ont pas intéressé le Nummulitique dans la région de Gorbio, les longs plis du faisceau de la Roya venant du

2. Ce Trias a été omis au tirage de la Feuille de Nice de la carte géologique au 1/80.000.

N. 30° O., à l'est de la faille et parallèlement à sa direction, se répercutent au contraire jusque sur les couches les plus récentes. La faille elle-même semble ne pas être un accident transversal comme celles du Col de Guerre et de La Madone de Gorbio, mais au contraire faire partie du système tectonique général et résulter de la rupture d'un pli (Pl. XLII, fig. 10, 12, 13).

Au point de vue stratigraphique, nous avons pu faire la constatation intéressante que le Nummulitique n'est pas incomplet à la base, comme à Gorbio, mais au contraire qu'il débute par les calcaires à *Nummulites perforatus*. On a pu y faire une récolte abondante de la variété globuleuse, qui existe seule à Sospel, et de la variété à bord tranchant et ondulé qui se trouve à Puget-Théniers ; il y a là mélange des deux variétés.

La descente s'est faite à la nuit tombante, ce qui ne nous a pas permis de faire d'autres observations.

Compte-rendu de la course du 19 Septembre

par M. Léon BERTRAND

La Société, partie de Nice par le train de 6 h. 35 pour la gare d'Eze, s'est trouvée au milieu d'un synclinal crétacé, que nous avions traversé déjà, dans la course du 17, au-dessous du Col des Quatre-Chemins ; sur son flanc nord, très redressé et même renversé, se trouvait le riche gisement albien de la gare d'Eze, aujourd'hui caché par les éboulis. En suivant la route de la Corniche, nous avons vu ce synclinal se réduire, à la Pointe de Cabuel, à une lame très mince de Crétacé inférieur reposant au sud régulièrement sur les calcaires jurassiques et recouverte par une lame extrêmement mince des mêmes calcaires renversés, puis par un axe infraliasique, où M. Ambayrac a trouvé des fossiles, sur lequel repose normalement une nouvelle série des calcaires jurassiques ; c'est le passage de l'anticlinal du Mont Pacanaglia et du village d'Eze, privé momentanément presque complètement de son flanc renversé [1].

En contournant la Pointe de Cabuel, nous avons vu, grâce aux travaux actuels d'élargissement de la route, des traces très nettes d'un ancien rivage pléistocène, qui nous ont été montrées par MM. Caziot et Ambayrac à une altitude d'environ 60 mètres.

1. Il y a là une légère correction à apporter à la Feuille de Nice au 1/80.000 ; il faut réduire le Crétacé à l'emplacement de l'étroit liseré de Crétacé inférieur et introduire une bande d'Infralias sur l'emplacement du Cénomanien indiqué.

Après que nous avons eu traversé les calcaires jurassiques plongeant au nord, le grand contour de la route à Saint-Laurent nous a fait pénétrer un moment dans le Crétacé du flanc sud du synclinal que nous avions longé, par la route de la Corniche supérieure, du fort de La Drette à La Turbie. La route, en retournant vers la mer, nous a ramenés bientôt dans les calcaires jurassiques précédemment traversés, avec un axe anticlinal d'Oxfordien, fossilifère au-dessus de la route de la Corniche inférieure et de la gare de La Turbie (P.L.M.).

Après la traversée du tunnel de la route, nous sommes entrés dans une puissante formation de brèches constituées par des fragments, souvent très volumineux, des calcaires qui constituent toute la pente de la Tête de Chien, qui domine brusquement la mer de 573 m. et où se forment encore des masses considérables d'éboulis. Il me semble bien évident que toutes ces brèches, qui forment le Cap Mala à l'ouest de la station de La Turbie et se prolongent presque jusqu'à la presqu'île de Monaco, sont des brèches d'éboulis de pied de falaise, analogues à celles qui se forment encore aujourd'hui, mais d'âge pléistocène et même peut-être en partie pliocènes. Vers le bas, ces brèches se stratifient très régulièrement et, à la station de La Turbie, on voit des couches de galets assez puissantes, tout à fait analogues à un dépôt de plage actuellement porté à une altitude d'environ 50 à 60 m. et vraisemblablement d'âge pléistocène ; cette formation me semble, autant qu'on en peut juger avec les cultures et les constructions avoisinantes, se relier intimement aux brèches et indiquer un épisode contemporain de la formation de celles-ci : les couches de galets se seraient produites au niveau de la mer, tandis que les brèches plus élevées ont dû avoir une origine aérienne.

C'est au milieu de cette formation que se rencontrent les *labradorites du Cap d'Aggio ou d'Ail*, qui d'ailleurs ne sont pas limitées à cette seule pointe ; elles affleurent jusqu'au-dessus de la route de la Corniche et se prolongent à l'ouest jusqu'à l'Eden-Hôtel. En descendant au Cap d'Aggio, on se trouve au milieu d'une formation grossièrement stratifiée, dans laquelle le rôle de l'eau est évident, mais qui est formée uniquement de blocs projetés de labradorite, se montrant à des états divers de compacité et de coloration, réunis par des produits de même nature, mais plus fins. L'absence de tout autre élément que la roche éruptive dans cet agglomérat, formé certainement sous l'eau qui en a stratifié les éléments, me paraît démontrer nettement que l'on est au voisinage de la bouche éruptive, probablement située sous la mer ; ces

éruptions étaient peut-être même sous-marines, mais formées très près du rivage, car j'ai observé vers la limite supérieure de l'affleurement, en des points aujourd'hui couverts, des blocs de la même roche isolés dans la brèche et que je suis porté à considérer comme ayant été des blocs projetés à une certaine hauteur au milieu des éboulis qui ont donné naissance à la brèche. D'ailleurs, à mesure qu'on s'élève, la stratification devient de plus en plus confuse et le remaniement par l'eau de moins en moins net.

Les mêmes caractères se retrouvent dans un second affleurement qui apparaît au bord de la mer, au fond d'une baie en vue du Rocher de Monaco, avec le caractère stratifié que l'on a observé au Cap d'Aggio, et qui monte jusque sur la route de la Corniche inférieure, où les blocs sont aussi beaucoup plus grossièrement entassés.

Quant à l'âge probable de cette formation éruptive (dont on ne connaît ni la ou les cheminées, ni les coulées et qui a pu se borner à des projections, comme pour beaucoup de volcans andésitiques), je n'ai pas de preuves directes, mais seulement des présomptions qui me paraissent très sérieuses. Il me paraît impossible de la considérer comme miocène, comme plus à l'ouest, car je ne connais dans la région avoisinante aucune formation que j'aie pu rapporter à cette époque et, de plus, la manière dont se présente topographiquement ce gisement ne me paraît explicable que s'il est postérieur aux effondrements du début du Pliocène, qui ont donné à cette partie de la côte une disposition très voisine de celle qui existe actuellement ; bien que les relations stratigraphiques de ces agglomérats labradoritiques et de la formation puissante de brèches qui les entoure ne soient pas faciles à reconnaître, il me semble que l'on a affaire à un même complexe et que la formation éruptive doit être contemporaine des brèches ou très peu antérieure à celles-ci, c'est-à-dire dater du Pléistocène ancien ou du Pliocène récent.

Après avoir examiné sur place cette question, la Société est rentrée à Nice, en prenant le train à Monaco.

La course projetée pour l'après-midi dans les poudingues du Var ayant été abandonnée d'un commun accord, nous avons seulement visité la belle collection régionale de fossiles recueillis avec beaucoup de patience par M. Ambayrac, qui, assisté de Mademoiselle Ambayrac, nous en a fait les honneurs d'une façon fort aimable et libérale et à qui j'adresse les remerciements de tous les membres présents.

M. **Zürcher** fait remarquer, au sujet des labradorites du cap d'Aggio, l'identité d'aspect absolue qu'on peut reconnaître, d'une

part entre les conglomérats labradoritiques de ce gisement et ceux de la région de Villeneuve-Loubet reconnus comme miocènes, et d'autre part, entre les brèches puissantes d'âge sans doute quaternaire que l'on trouve sur la route de la Corniche, avant d'arriver au cap, et les brèches de Vence, Saint-Jeannet, Gattières et Carros, qui ont pris part aux mouvements alpins et qu'on peut considérer comme appartenant au Miocène supérieur. Les raisons invoquées par M. Léon Bertrand pour attribuer un âge pliocène aux conglomérats du cap d'Aggio sont tout à fait probantes, et c'est par suite à la similitude absolue de leur mode de formation qu'il faut attribuer la conformité de la constitution de ces tufs éruptifs d'âge différent. Il en est de même pour les brèches qui se sont formées, à l'époque miocène comme dans les temps quaternaires, au pied de falaises jurassiques, et ont ainsi acquis des faciès identiques.

M. **Guébhard** dit que, si l'âge pliocène de l'éruption du cap d'Ail demeure établi, cela fera, avec les autres déjà connues, *trois* époques différentes d'éruptions du même produit dans la même région. Les labradorites des environs de Vence se retrouvent en galets dans le poudingue qui forme la *base* de la mollasse : elles sont donc, ainsi que l'avait très justement constaté la Réunion de la Société en 1877, anté-burdigaliennes. Celles de Biot, dans les cinérites desquelles M. Guébhard a trouvé des fossiles d'eau douce, reconnus par M. Depéret pour similaires de ceux de Cucuron, sont donc au plus pontiennes, et immédiatement antérieures aux poudingues *supérieurs* de la molasse, qui en contiennent de nombreuses miches. La trouvaille nouvelle qu'a faite M. Guébhard d'un horizon de fossiles marins, à la base des cinérites qui avaient fourni les fossiles lacustres, permettra peut-être de serrer encore la question de plus près [1].

M. **Guébhard** ajoute que le rôle de l'eau dans la pseudo-stratification des labradorites à chaque époque d'émission est incontestable, puisque, à Biot, il a été trouvé des bancs cinéritiques (reconnus comme tels par l'examen micrographique de M. L. Gentil) pétris d'empreintes végétales ou de coquilles d'eau douce, et à Tourrettes-sur-Loup des miches montrant des coquilles marines collées à leur surface.

Dans la brèche très dure qui recouvre la roche éruptive du cap d'Ail, il y a des coquilles terrestres absolument récentes.

1. Voir la notice : Depéret et Guébhard, Age des labradorites de Biot.

M. **Léon Bertrand** pense qu'il y a eu une province pétrographique localisée, ayant donné des produits éruptifs très analogues les uns aux autres dans les diverses éruptions, qui se sont produites en relation avec les mouvements de dislocation alpins et les effondrements méditerranéens.

M. **Ambayrac** fait la communication suivante sur les environs d'Eze (fig. 4, 5, 6.).

Dans la région d'Eze les crêtes préalpines dites de la Corniche et du littoral (basse Corniche) sont constituées par des barres jurassiques à plongement au nord, par renversement parfois, le plus souvent voisin de la verticale, avec voussure ou plissure en M ou V répétés alternativement en synclinaux et anticlinaux. Entre les crêtes qui portent les principaux forts de défense du littoral, et l'affaissement plus ou moins accidenté, résultat d'un rejet au sud des masses jurassiques à 300 ou 400 mètres plus bas, s'étend une cuvette ouest-est tantôt inclinée vers le sud, tantôt déviée vers le nord où les étages crétacés, enfoncés, appuyés au sud, seul point où ils montrent bien leurs premières formations, sont relevés, pliés en arc et refoulés du nord comme pris par le Jurassique inférieur, l'Infralias, peut-être même le Trias, auxquels les couches crétacées ont formé coin d'arrêt, ou motivé la brisure par leur souplesse. Leur relèvement cache les termes inférieurs et on ne voit au contact que le Sénonien à Inocérames, à Spongiaires, Coralliaires et rares *Micraster*. Sur les flancs, en descendant vers la côte dans le haut vallon d'Eze et le vallon de La Costa, on peut les suivre un à un. A la pointe de Cabuel, sous la haute falaise de Jurassique inférieur dolomitisé, pressé, mis en écailles par un frottement intense, j'ai noté sur le tunnel du Lias avec *Cerithium* et plusieurs bancs à lumachelles de l'Infralias, qui doit continuer celui qui apparaît en coin à la voûte d'Eze et à la barre de Louhic, et surtout dans le vallon qui est au nord du cap Roux.

Dans le Jurassique supérieur? renversé juxtaposé un baillement a pincé une légère bande de Crétacé à fossiles cénomaniens ou albiens! Nautiles, Bélemnites, Ammonites indéterminés.

A l'extrémité opposée de ce tunnel dit des Piastres ou de Cabuel, j'ai noté et montré, dans l'excursion du 19 septembre, la tranchée qui porte encore un banc de Jurassique percé de Pholades y existant stalagmitisées en partie à côté d'un dépôt de rivage cimenté légèrement. Ce sont là les témoins d'un ancien rivage, témoins aussi sûrs que ceux de Baïes et montrant que le niveau de la

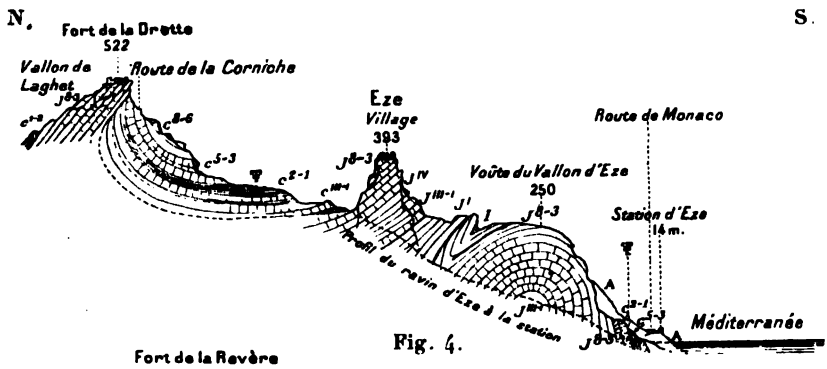


Fig. 4.

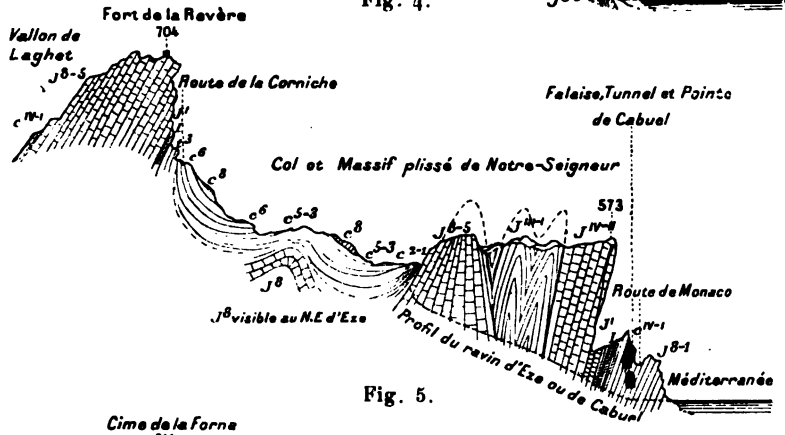


Fig. 5.

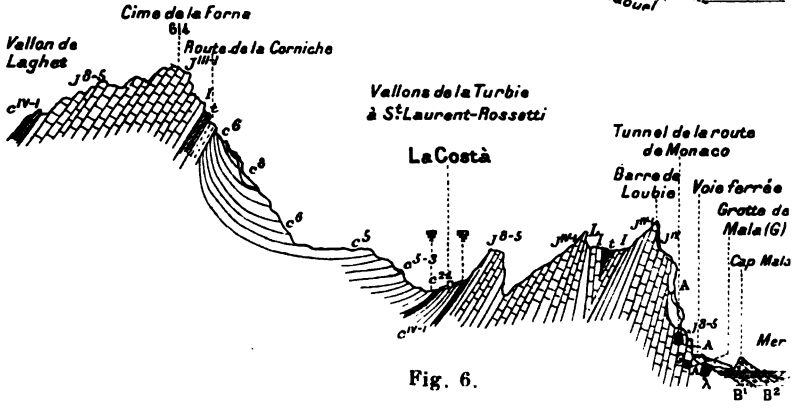


Fig. 6.

Fig. 4 à 6. — Coupes entre Eze et La Turbie.
Échelle des longueurs 1/12500 env.; hauteurs quintuplées.

Même légende que figure 1 à 3, page 718 ; B^2, Brèche pleistocène caillouteuse de La Turbie; B^1, Fondation pleistocène calcaire sableuse fossilifère de La Turbie ; γ, Labradorite ; *L*, Lias ; *t*, Trias.

Méditerranée a baissé d'environ 60 m. Cet abaissement a même dû se faire en plusieurs fois, car deux grottes, l'une sous le tunnel de Mala, l'autre à l'ouest de Villefranche-sur-Mer (villa Aurore) sont en partie remplies de coquillages, Strombes, etc., elles sont à 8-10 m. au-dessus du niveau actuel des eaux.

M. Caziot donne lecture des notes suivantes :

M. **G.-F. Dollfus.** — *La tectonique des Préalpes Maritimes.*

Je crois être l'interprète de tous mes confrères en remerciant vivement M. Guébhard des journées d'excursions qu'il a si bien organisées et conduites aux environs de Grasse ; nous y avons beaucoup appris sans fatigue. Ce pays est réellement merveilleux et les coupes géologiques y sont les plus majestueuses que l'on puisse voir. Les Gorges de la Siagne et du Loup rappellent les grandes images des cañons du Colorado, les vastes escarpements des Mauvaises-Terres du Nébraska. Ces coupes naturelles ne le cèdent en rien aux plus vastes sections théoriques. Quand sur la route d'Escragnolles, à mille mètres d'altitude, on se penche sur l'abîme pour suivre à 400 ou 500 m. de profondeur l'allure des strates, ou que, levant la tête, on admire les escarpements de 500 à 600 m. qui nous dominent, on est saisi par la grandeur de l'ensei-seignement, par le mouvement structural, qu'aucune végétation ne vient obscurcir, et dont les documents américains avaient pu seuls jusqu'ici nous donner une idée.

Cette région mérite bien un nom particulier ; ce ne sont pas encore les accidents alpins dont M. Léon Bertrand a tracé la limite de Puget-Théniers par Toudon, Bonson, Saint-Martin du Var, Aspremont et Nice, en suivant une grande ligne courbe de renversements, ce n'est pas davantage la suite des massifs des Maures et de l'Esterel ; c'est une région calcaire à chevauchements et à plissements abrupts analogue à celle des Préalpes du canton de Vaud et de la Savoie, qui est située, comme on sait, entre le Massif Alpin central et la Plaine Suisse ; ici elle est bornée par la mer : ce sont bien là les *Préalpes Maritimes.*

Nous avons pu constater la précision des relevés tectoniques de M. Guébhard ; certainement, aucune région aussi difficile comme accès et comme étude n'a jamais été disséquée avec tant de soins. A côté des grands accidents transversaux orientés de l'est à l'ouest qui dominent la structure générale, notre guide a cherché l'explication d'une foule de détails que nous sommes habituellement portés à négliger : décrochements locaux, éboulis à flanc de

coteau, effondrements d'érosion, paquets glissés des abrupts, et, très souvent, il a réussi à rattacher ces accidents secondaires à de petits synclinaux en accord avec la stratigraphie générale.

Nous avons observé bien des faits imprévus qui semblent dérouter la systématique générale ; les accidents étoilés d'Escragnolles, de Saint-Vallier, etc., sont au premier abord déconcertants, mais ils sont d'une réalité tangible et ils prouvent qu'à l'action d'écrasement nord-sud s'est parfois ajoutée une composante est-ouest.

Là où nous avons pu différer, c'est que moi, par exemple, je cherchais l'explication des accidents tectoniques surtout dans l'existence de failles soit perpendiculaires, soit plus ou moins obliques, plutôt que dans la présence de vastes fléxures. Je ne vois guère dans ces grandes coupes à escarpements dissymétriques les étirements consécutifs nécessaires qui lamineraient sur une faible étendue les énormes masses des divers étages du Jurassique.

Les cartes de M. Guébhard figurent des contours en biseau qui escamotent des masses minérales dans des synclinaux très étroits dont la démonstration ne s'impose pas ; je signalerai par exemple deux petits mouvements subcirculaires à La Marbrière, au nord et au-dessus de Grasse, tels qu'ils sont figurés sur la carte géologique au 80.000e, présentée au Congrès géologique de 1900 à Paris, ainsi que quelques autres accidents en crochet au sud de Saint-Vallier, qui ne me paraissent pas pouvoir résister à la construction de coupes faites à grande échelle.

La désignation d'accident en « blague à tabac » est mauvaise et il est nécessaire de l'abandonner, elle donne l'idée d'un pincement circulaire qui n'a jamais été dans l'esprit de M. Guébhard, et le point type qu'il nous a montré est un synclinal court mais nettement transversal.

Il y a par ailleurs, dans la région, à Caussols, à Gourdon, etc., des lames de recouvrement jurassiques incontestables, sous lesquelles le Crétacé est terriblement malmené, mais il ne semble pas qu'elles pénètrent loin en profondeur. Je comprends que M. Guébhard n'ait aucun goût pour les lames de charriage gigantesques et lointaines : il n'y a lieu de les invoquer que lorsqu'aucune autre explication n'est possible, et nous n'en avons vu aucun exemple ; mais je comprends mal son aversion pour les failles et son désir de ramener tous les accidents, ou presque tous, à la seule fléxure brusque.

M. G.-F. **Dollfus.** — *Sur les poudingues tertiaires.*

J'arrive aux points les plus délicats de nos observations, à ceux qui paraissent avoir plus particulièrement préoccupé notre con-

frère ; à la constatation qui est devenue pour lui le guide de ses études de détail, à la découverte qu'il a faite de lambeaux de brèches et de poudingues tertiaires dans les positions les plus singulières. Ces brèches, poudingues ou grès, à éléments souvent fort variés, sont sans fossiles aux environs de Saint-Vallier, mais ils se relient dans la région de Vence à des poudingues qui sont superposés à la molasse du Tortonien, ce qui les a fait classer dans le Pontique. Sans discuter ici cette question, j'admettrais qu'en effet on peut les considérer comme étant le poudingue d'émersion du Miocène ; or, comme toute la série miocène paraît affectée par les plissements et accidents de la région, M. Guébhard en a déduit que la série jurassique devait être intéressée entièrement au-dessous de tous ces lambeaux tertiaires, qu'ils devaient forcément jalonner des synclinaux, et que partout où on les rencontrait ils devaient servir à définir leurs passages.

Dans bien des points certainement les dépôts tertiaires occupent des synclinaux, mais souvent aussi ils nous ont paru nettement discordants sur leur soubassement, disposés en plaquages, transgressifs sur les roches les plus diverses, épargnées par l'érosion sans raison systématique. On ne peut nier qu'ils n'aient été affectés par les plissements d'ensemble, mais ils ont été déposés sur une surface déjà très modifiée et ont continué à se former postérieurement aux mouvements généraux.

Si nous passons rapidement en revue les conditions de la stratigraphie dans la région, nous constatons, en laissant le Trias de côté, que la mer a couvert le pays pendant la plus grande partie du Jurassique, les couches sont en série ininterrompue depuis le Bajocien jusqu'au Portlandien compris, et tous les étages y sont représentés par une forte épaisseur de sédiments. Le Néocomien est moins complet, l'Aptien manque, l'Albien est réduit, mais le Cénomanien est bien développé ; une lacune importante paraît exister au-dessus jusqu'au Nummulitique, pour les environs de Grasse du moins, où les couches du Turonien et du Sénonien de Nice n'ont pas été reconnues. Pendant le Tertiaire, plusieurs transgressions et régressions sont certaines, des ravinements profonds sont observables. Le dépôt sableux qualifié d'Yprésien est dépourvu de fossiles et par conséquent d'âge indéterminé, mais il est continental et témoigne d'une période de sculpture superficielle bien marquée. Plus haut, le poudingue qui sert de base au dépôt à grosses Nummulites renferme des éléments fort divers, un autre poudingue à cailloux quartzeux qui viennent très probablement de l'Esterel règne à la base des couches d'eau douce

à *Planorbis pseudo-ammonius*, enfin, le gisement si curieux de Casteou d'Infer à *Cerithium diaboli* et *C. plicatum* (Oligocène moyen?) est très nettement isolé, il témoigne aussi d'une submersion suivie d'une émersion continentale avant l'arrivée de la Molasse miocène. C'est donc sur une surface très inégalement rabotée, parfois effondrée dans des puits naturels, que les brèches et poudingues du Pontique se sont étendus. De telle sorte que nous sommes d'avis que les îlots tertiaires n'ont pas la valeur théorique d'emboîtement que leur attribue M. Guébhard, qu'il n'y a pas lieu de plisser et d'amincir toutes les roches jurassiques à leur approche, de créer à propos de leur morcellement toute une tectonique spéciale, avec interférences curvilignes compliquées, fort difficile à comprendre, quand on réfléchit qu'il s'agit de barres puissantes, telles que nous en offrent les calcaires du Bathonien, du Bajocien, du Tithonique, etc.

Nous avons vu près de Saint-Vallier le Séquanien fossilifère à l'état de calcaire très dur, blanchâtre, plissé comme une feuille de carton et ayant pris la forme d'un fond de bateau, d'un bord de cuillère, mais nous n'avons remarqué dans ce cas aucun phénomène d'amincissement des couches, aucune réduction sensible dans la puissance des assises. Le Trias à la base, le Crétacé au sommet sont écrasés, broyés, laminés, par les masses jurassiques; mais nous n'avons vu aucune réduction progressive dans les épaisseurs du Jurassique. Partout des ruptures, ou des cassures franches, qui nous ont paru affecter l'ensemble complet de la série.

C'est à dessein que je dis seulement que ces accidents nous *ont paru* affecter une telle allure, parce que, bien que le pays soit aussi découvert et dépourvu de végétation et de limon qu'on puisse l'imaginer, certains détails, et des plus critiques, échappent encore; les failles, les replis rapides sont couverts d'éboulis, de roches froissées, bouleversées, qui obscurcissent les détails mêmes de l'accident.

Ces accidents tectoniques des Préalpes maritimes sont intéressants à comparer à ceux des autres régions. On n'y observe pas, par exemple, comme dans le bassin de Paris, d'épaississement dans les synclinaux ni d'amincissement sur les anticlinaux, qui apportent la démonstration d'un accident continu et prolongé, de mouvements répétés aux mêmes points. Ce ne sont pas non plus des accidents d'effondrement brusque, général, comme dans le Sancerrois et le Nivernais, où toutes les cassures rigoureusement parallèles offrent des plongements réguliers dans la même direction. Nous n'avons pas le régime des failles primaires à ruptures par compartiments

anguleux, comme en Belgique ou dans le Nord de l'Allemagne. Les redressements à la verticale sont l'exception, aussi bien que l'empilement des plis horizontaux. De telle sorte que le pli rapide qui confine la faille paraît bien l'accident qui convient le mieux pour expliquer le raccordement des coupes ; ces plis se sont formés sur un terrain qui n'avait pas encore été plissé antérieurement, ils se sont produits par compression latérale, sans effondrement spécial du sous-sol, ils se sont effectués sans brusquerie. Il semble que le phénomène s'est prolongé pendant une durée assez longue, sans interruption dans sa marche et sans reprise ; il paraît avoir été accompagné d'un soulèvement général de la contrée, car il s'est produit sur une surface partiellement continentale déjà sculptée par l'érosion et partiellement occupée par la mer miocène, comme à Vence, le premier mouvement aurait été concomitant avec le recul de la mer tortonienne. D'autres mouvements de soulèvement d'ensemble ont affecté depuis le bas pays, et le Pliocène comme le Pléistocène offrent de nombreuses traces de l'instabilité du niveau de base, mais les hauts plateaux n'ont plus souffert que d'une érosion locale et d'une désagrégation physique et chimique, qui a réduit surtout l'étendue des couches tertiaires et crétacées plus facilement attaquables.

Toutes ces questions sont du plus haut intérêt, mais fort délicates, et il est impossible de les considérer encore comme tranchées dans leurs détails. Nous devons demander à M. Guébhard d'en poursuivre l'examen, de continuer à scruter le splendide champ d'étude qu'il a défriché déjà avec une énergie rare et une somme de travail extraordinaire.

M. **Guébhard** se déclare heureux de trouver, dans la simple énumération, à laquelle il procède, des questions dont il compte faire l'objet de notes spéciales, une réponse aux desiderata et observations de son éminent confrère [1].

C'est avec enthousiasme qu'il a entendu émettre par M. G.-F. Dollfus, le nom, qui le hantait depuis longtemps, de *Préalpes Maritimes*, pour distinguer le terrain spécial de ses études de celui qu'a décrit, d'une manière si magistrale, M. Léon Bertrand.

Il n'est, d'ailleurs, ajoute-t-il en forme de conclusion, pas plus l'ennemi des failles que des recouvrements ou charriages : même, il a vu presque toujours les unes se compliquer plus ou moins des autres, et donner comme résultat des chevauchements biais de faible amplitude, comparables, mieux qu'à autre chose, aux

1. Voir ci-après les notes annexes.

déplacements obliques qu'observent les chirurgiens dans les fractures si improprement dénommées *en bec de flûte*. Quant aux formidables recouvrements horizontaux tels qu'on en a pu constater en d'autres pays, il n'en a pas trouvé, dans son rayon d'études, la moindre trace et, pour lui, les artifices graphiques employés dans la rédaction de la Feuille de Nice, n'ont pu en créer l'apparence qu'en faussant matériellement la représentation des affleurements, tels que la nature les présente.

M. **Guébhard** fait ensuite une communication sur les *Horizons à silex dans les Préalpes maritimes* [1].

M. Guébhard dépose sur le bureau une *Note sur les charbonnages de Vescagne*, par M. P. **Jeancard**, ingénieur à Cannes [2].

M. **Zürcher** est heureux de voir M. G. Dollfus attribuer une discordance très nette vis-à-vis de leur substratum aux lambeaux tertiaires que la Société a visités entre Grasse et Cabris. C'est l'étude de cette discordance qui permettra sans doute d'arriver à débrouiller la question difficile de l'histoire des mouvements successifs qui ont affecté la région si compliquée dont il s'agit.

En ce qui concerne d'autre part la nature des dislocations que M. Dollfus estime être plutôt des failles à rejet vertical que des chevauchements, M. Zürcher regrette de n'avoir pas pu montrer à la Société les points où l'on peut voir avec la plus grande évidence les superpositions anormales, trop souvent voilées par des éboulis ou masquées par des chutes de paquets de la masse de recouvrement. Il existe, notamment à La Malle et un peu en amont de Gourdon, des coupes tout à fait typiques, où le Cénomanien s'enfonce sensiblement, en bancs presque horizontaux, sous l'Infralias ou le Bajocien, et où l'hypothèse d'un recouvrement, avec surface de discontinuité presque horizontale aussi, est la seule admissible.

M. **Pellegrin** rappelle que, dans le massif du Mont-Agel, M. Léon Bertrand et lui sont arrivés, *isolément*, exactement au même résultat par rapport à l'existence évidente des recouvrements ou chevauchements horizontaux.

M. **Léon Bertrand** fait aussi remarquer que, dans les courses qu'il a dirigées, on a pu observer des exemples indéniables de

1. Voir aux notes annexes.

2. Ce travail compris dans les notes annexes (Voir plus loin) a été inséré par décision spéciale du Conseil, l'auteur n'étant pas membre de la Société.

recouvrements. La Société a pu remarquer que, dans les faciès vaseux du Jurassique qui existent dans le nord des Alpes-Maritimes, on observe des plis couchés sur de grandes surfaces sans rupture des couches, à cause de la plasticité des roches qui entrent dans la constitution des couches plissées. Au contraire, dans le sud, il y a tendance constante à la rupture, par suite de la présence de masses épaisses de calcaires durs et résistants dans le Jurassique, et à la production de failles inverses ou de chevauchements plus ou moins voisins de l'horizontale, mais qui résultent toujours de la rupture de plis couchés.

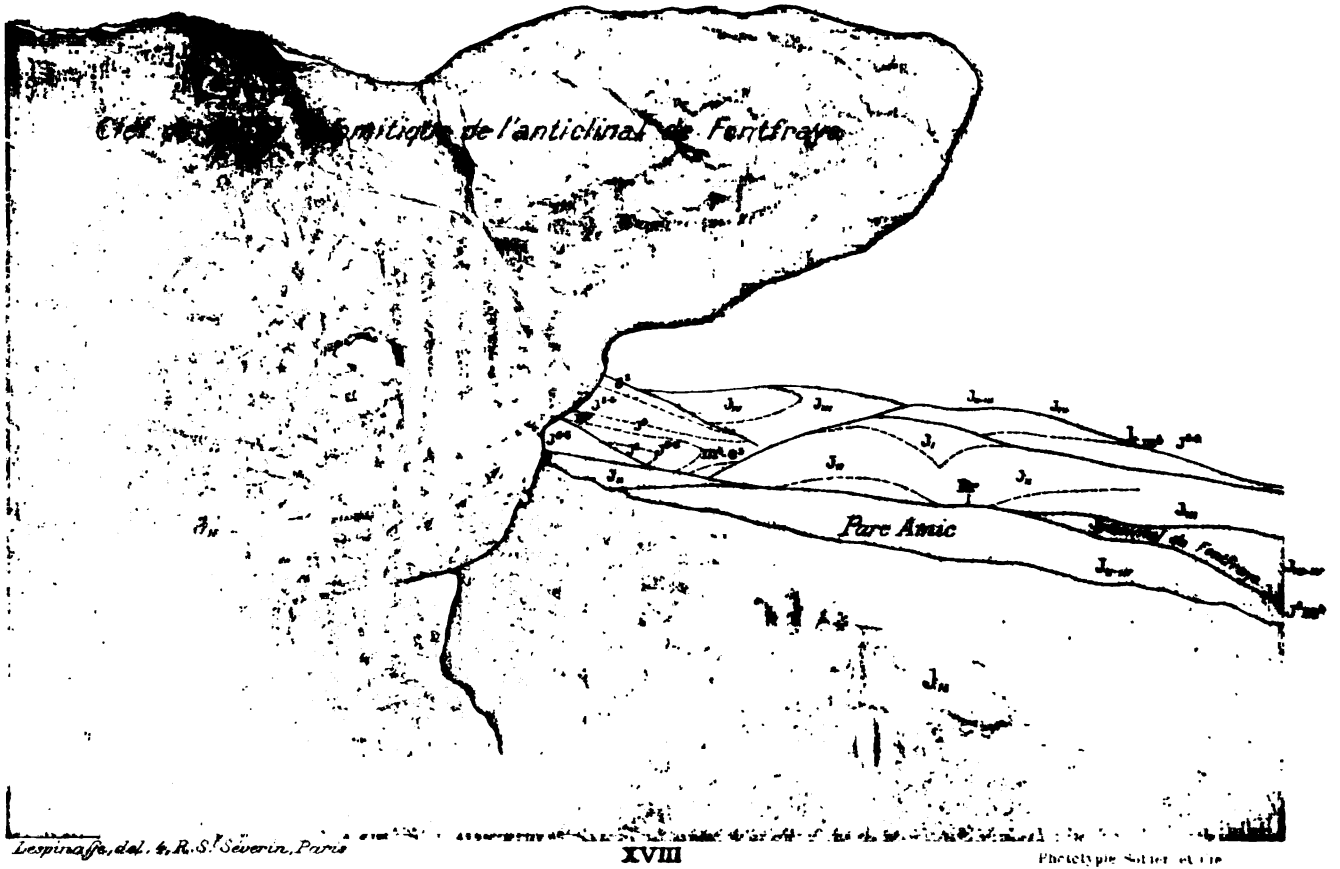
M. **Zürcher** croit pouvoir, au moment de la clôture d'une réunion dont il a eu l'honneur de présider l'ouverture, se faire l'interprète de tous ses confrères pour remercier M. Léon Bertrand de la peine qu'il a prise pour organiser les belles et intéressantes courses qui viennent de se terminer si heureusement, et de l'énergie dont il a fait preuve pour accomplir intégralement son programme malgré un moment de sérieuse indisposition.

M. **Léon Bertrand** remercie les membres de la Société, ainsi que les personnes étrangères qui, en assez grand nombre, ont pris part aux courses et aux séances. Il fait une mention spéciale pour M. le Professeur Issel, de Gênes, qui assiste à la séance.

Il adresse aussi les remerciements de la Société aux secrétaires de la Réunion extraordinaire, MM. Mengaud et Mengel, et au trésorier, M. Langlassé.

Pour terminer, il se fait l'interprète des membres présents auprès de M. Gavet, spéléologue d'avenir, qui a publié, dans la presse niçoise, des compte-rendus journaliers de nos courses et de nos séances aussi pittoresques que fidèles et documentés au point de vue géologique.

La séance est levée et la Réunion extraordinaire dans les Alpes-Maritimes déclarée close à 6 heures du soir.



Lespinasse, del. 4, R. S. Séverin, Paris

XVIII

Phototypie Sotier et Cie

[illegible] anticlinal de Fontfraye, vue de la Peiro Pounchudo

recouvrements. La Société a pu remarquer que, dans les vaseux du Jurassique qui existent dans le nord des Alpes times, on observe des plis couchés sur de grandes surfaces rupture des couches à cause de la plasticité des roches qui en dans la constitution des couches plissées. Au contraire, du sud, il y a tendance constante à la rupture, par suite de la sence de masses épaisses de calcaires durs et résistants du Jurassique, et à la production de failles inverses ou de chev ments plus ou moins voisins de l'horizontale, mais qui re toujours de la rupture de plis couchés.

M. **Zurcher** croit pouvoir, au moment de la clôture réunion dont il a eu l'honneur de présider l'ouverture, se l'interprète de tous ses confrères pour remercier M. Léon Bert de la peine qu'il a prise pour organiser les belles et intéress courses qui viennent de se terminer si heureusement, l'énergie dont il a fait preuve pour accomplir intégralement programme malgré un moment de sérieuse indisposition.

M. Leon **Bertrand** remercie les membres de la Société que les personnes étrangères qui, en assez grand nombre, ont part aux courses et aux séances. Il fait une mention sp pour M. le Professeur Issel, de Gênes, qui assiste à la séance

Il adresse aussi les remerciements de la Société aux secrét de la Réunion extraordinaire, MM. Mengaud et Mengel trésorier, M. Langlassé.

Pour terminer, il se fait l'interprète des membres pr auprès de M. Gavet, spéléologue d'avenir, qui a publié dans presse niçoise, des compte-rendus journaliers de nos courses nos séances aussi pittoresques que fidèles et documentés au de vue géologique.

La séance est levée et la Réunion extraordinaire dans les Maritimes déclarée close à 6 heures du soir.

Clichés A. Guébhard

Phototypie Sohier et Cie

Prolongation du synclinal de Fontfraye, vue de la Peiro Pounchudo

Cliché A. Guébhard

Phototypie Sohier et Cie

Dolomites des Luchous de Cabris

Clichés A. Guébhard Phototypie Sohier et Cie

Prolongation du synclinal de Fontfraye, vue de la Peiro Pounchudo

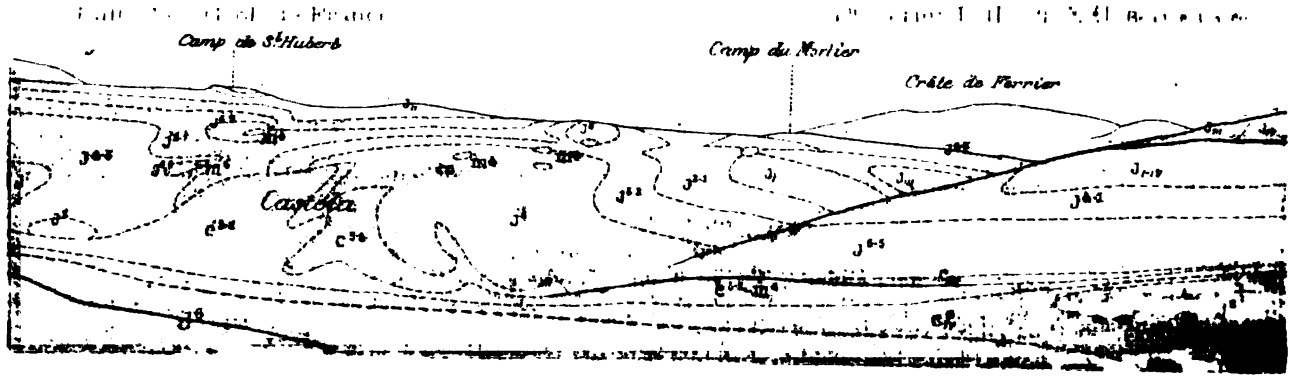
Cliché A. Guébhard

Phototypie Sohier et Cie

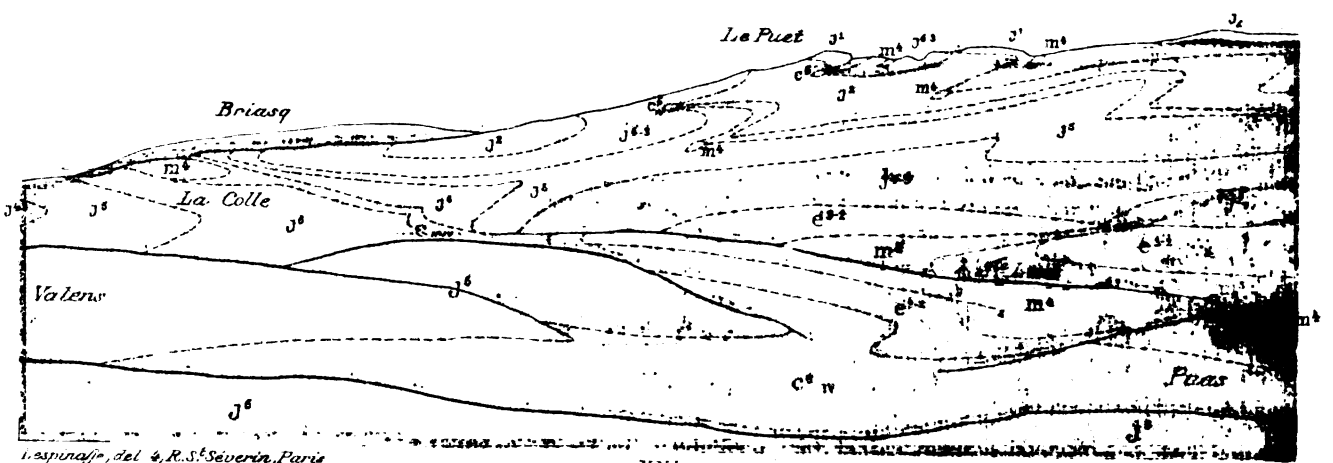
Dolomites des Luchous de Cabris

Cliché A. Guébhard Phototypie Sohier et Cie

Dolomites des Luchous



A. — Castela et la montagne de Ferrier vus de Valens



B. — Le synclinal central de Saint-Vallier vu de Sainte-Brigite

Phototypie Sauer et Cie

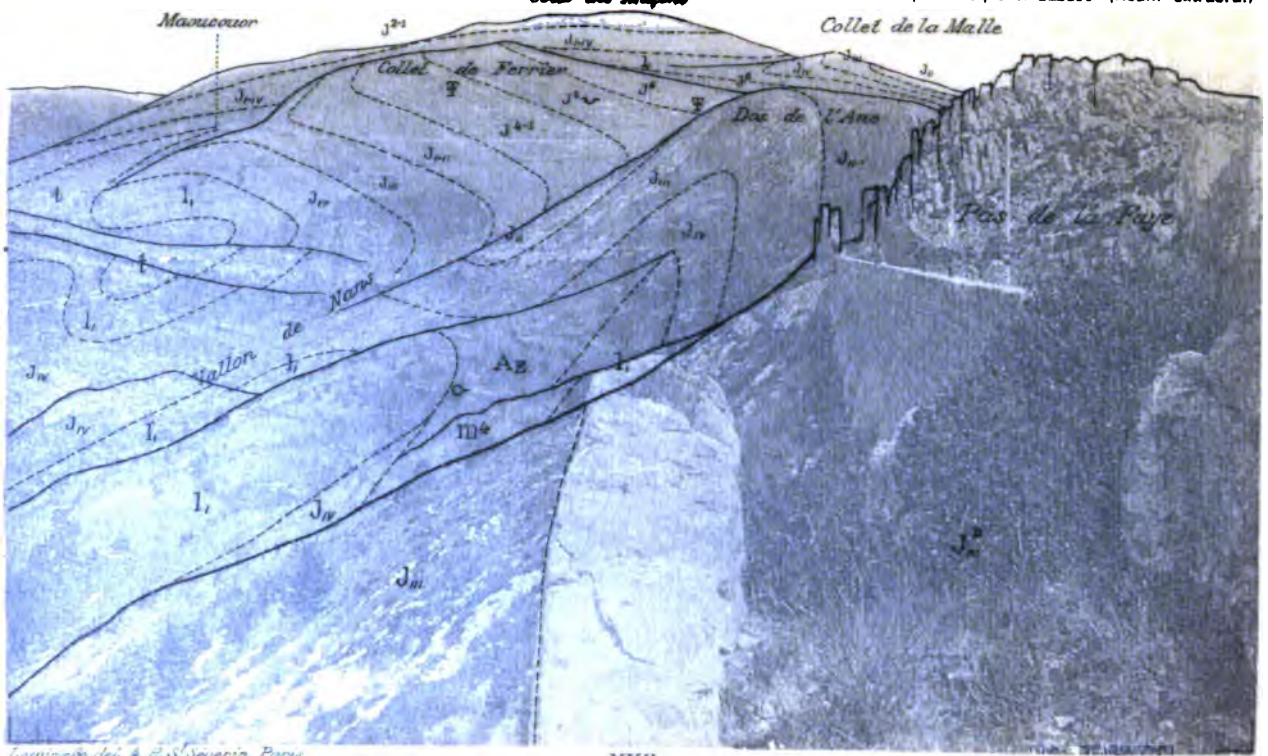
A. — Castela et la montée de Ferrier vus de Valens

Clichés A. Guébhard

B. — Le synclinal crucial de Saint-Vallier vu de Sainte-Brigite

Phototypie Sohier et Cie

Bull. Soc. Géol. de France 4me Série; T II; Pl. XXII (Réun. extraord.)



XXII

Ferrier et le Dos de l'Ane vus du Pas de la Faye

Phototypie Sohier et Cie

XXII

Cliché A. Guébhard Phototypie Sohier et Cie

Ferrier et le Dos de l'Ane vus du Pas de la Faye

Bull. Soc. Géol. de France 4me Série; T. II; Pl. XXIII (Réun. extraord.)

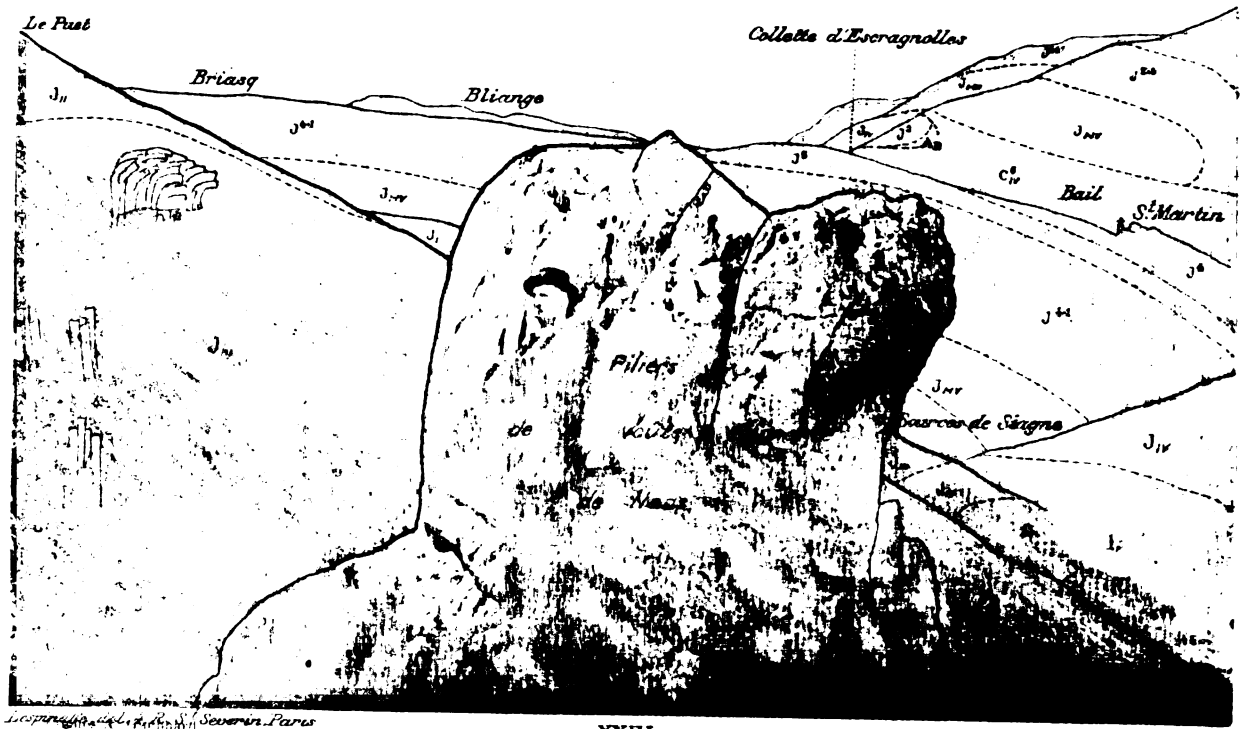
XXIII
Ferrier et le Mortier vus de Nans

Phototypie Dubier et Cie

Clichés A. Guebhard

Phototypie Sohier et Cie

Ferrier et le Mortier vus de Nans



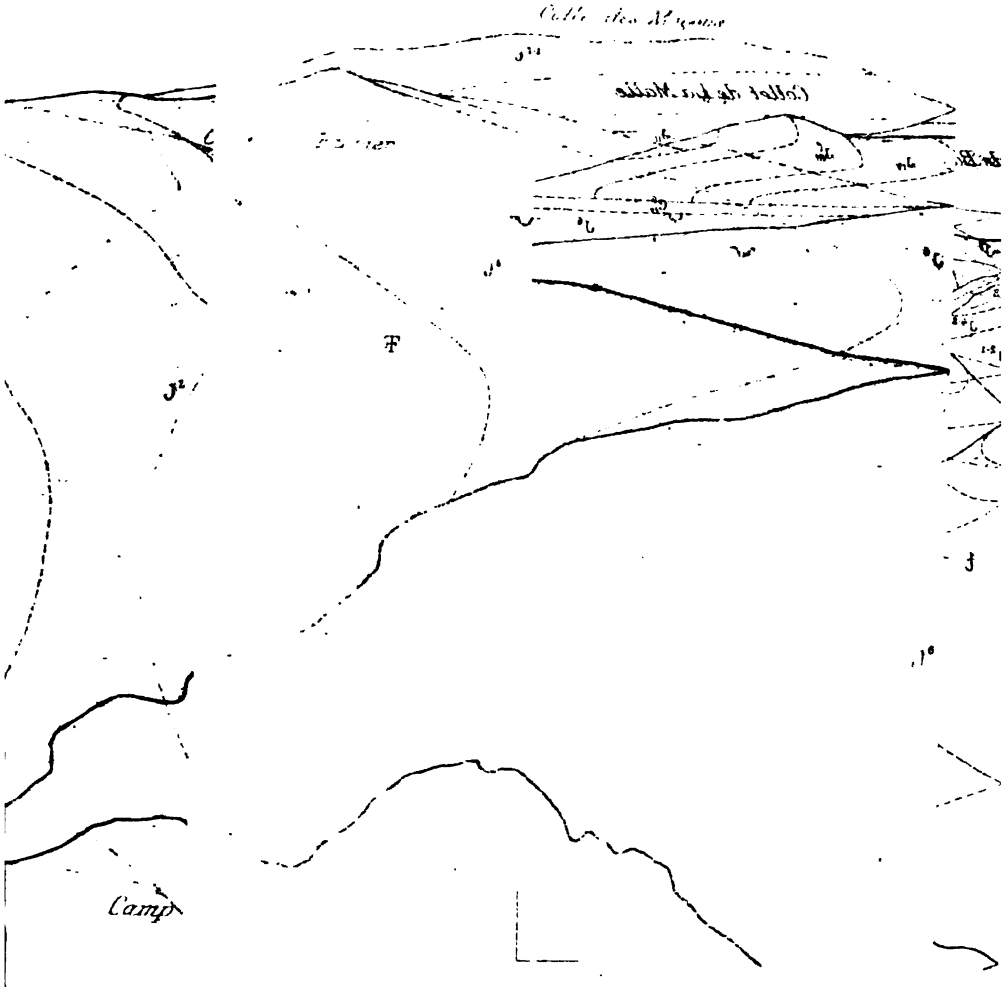
XXIV

Vue sur Briasq au delà de la voute effondrée de Nans

Clichés A. Guébhard

Phototypie Sohier et Cie

Vue sur Briasq au delà de la voûte effondrée de Nans

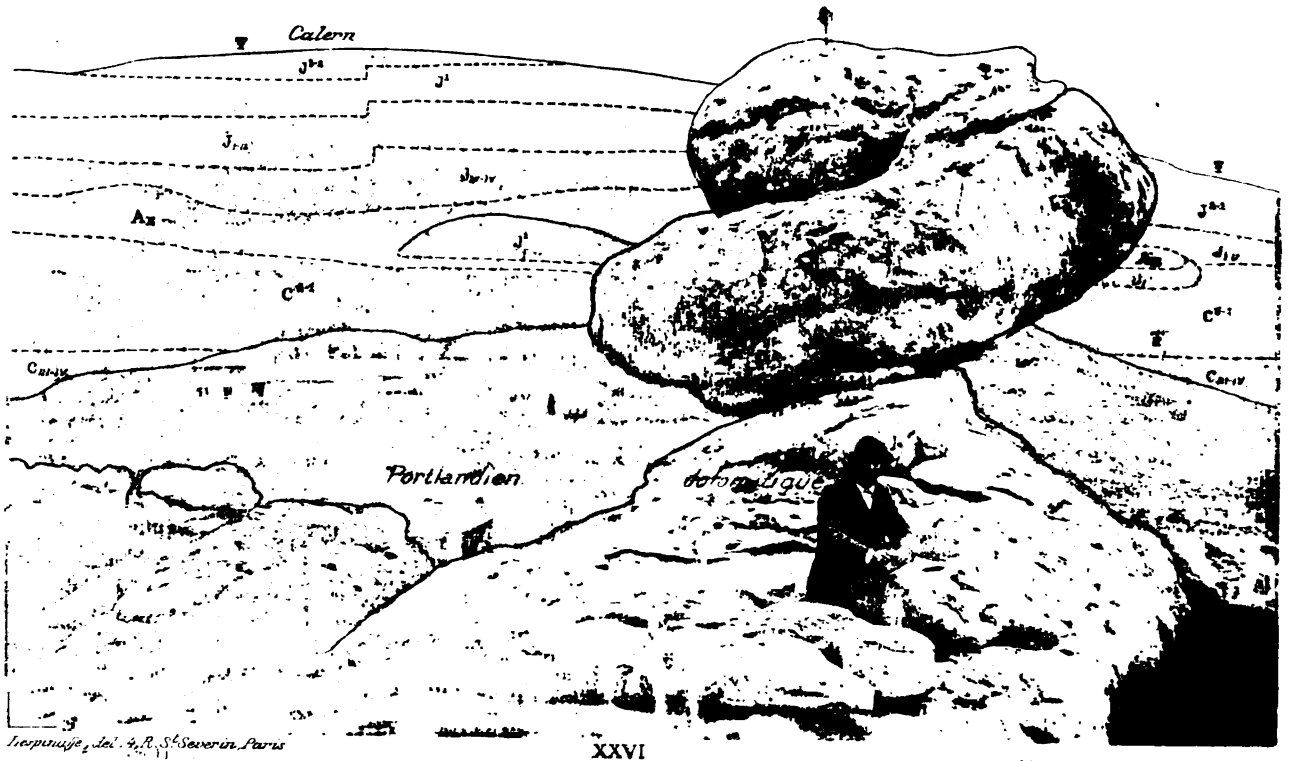

Camp

Baisse du

Le Bon Pic

Baisse du

Note de M. A. Guebhard



Lespinasse, del. 4, R. St Severin, Paris

XXVI

Phototypie Schiere et Cie

Calern vu des Planestels de Caussols

Cliché A. Guébhard

Phototypie Sohier et Cie

Calern vu des Planestels de Caussols

Lespinasse del. & E. S. Séverin Paris

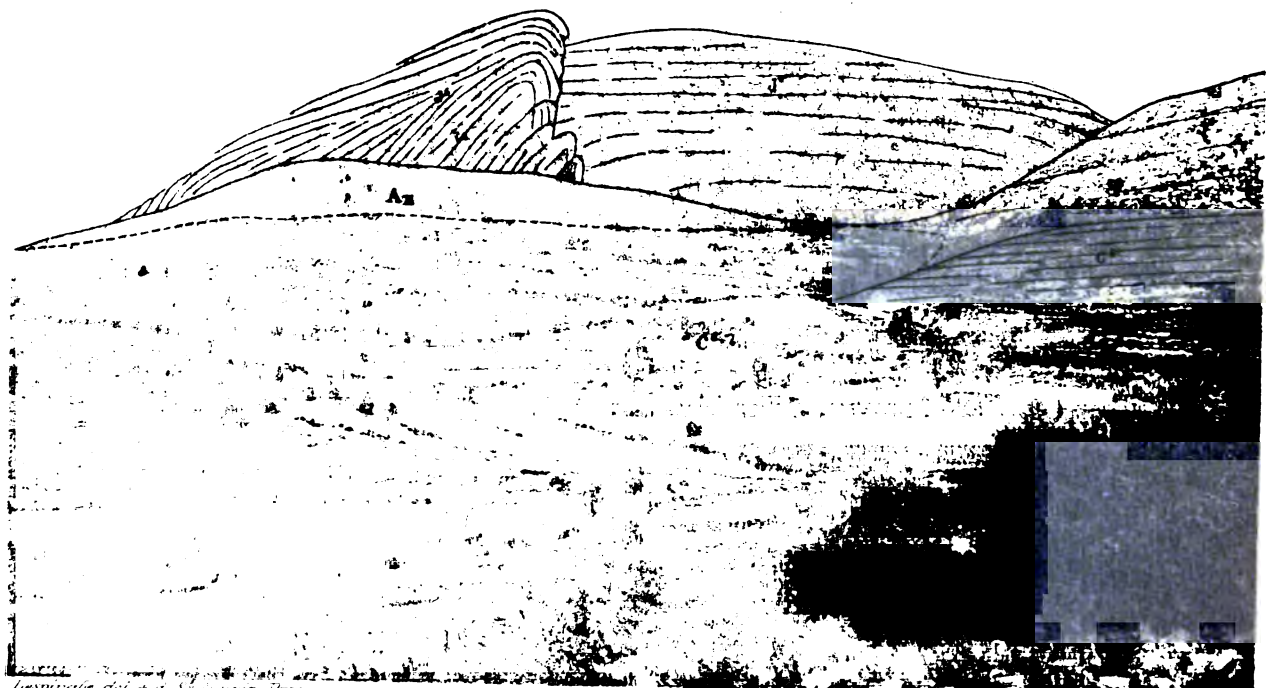
XXVII

Syndicats de la Barre du Calern au nord du Bon Fra.

XXVII

Cliché A. Guébhard Phototypie Sohier et Cie

Accidents de la Barre de Calern au nord du Bon Pré

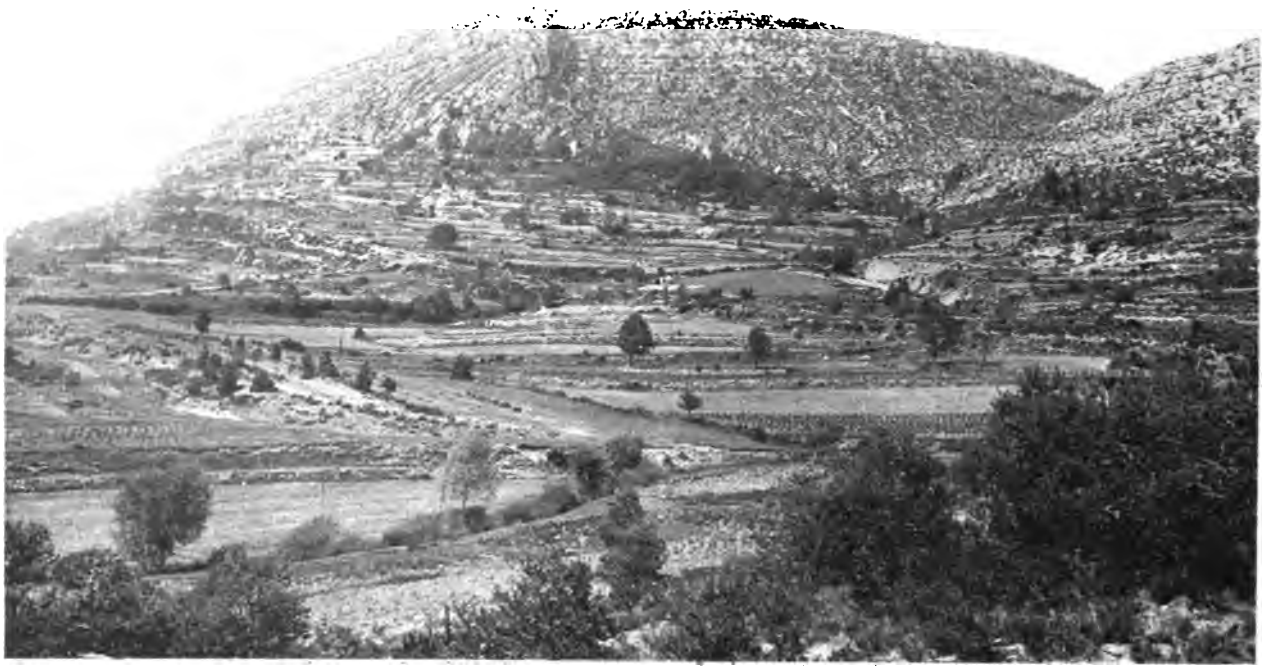


XXVIII

Phototypie Sohier et Cie

Accident au nord du Val de Roure

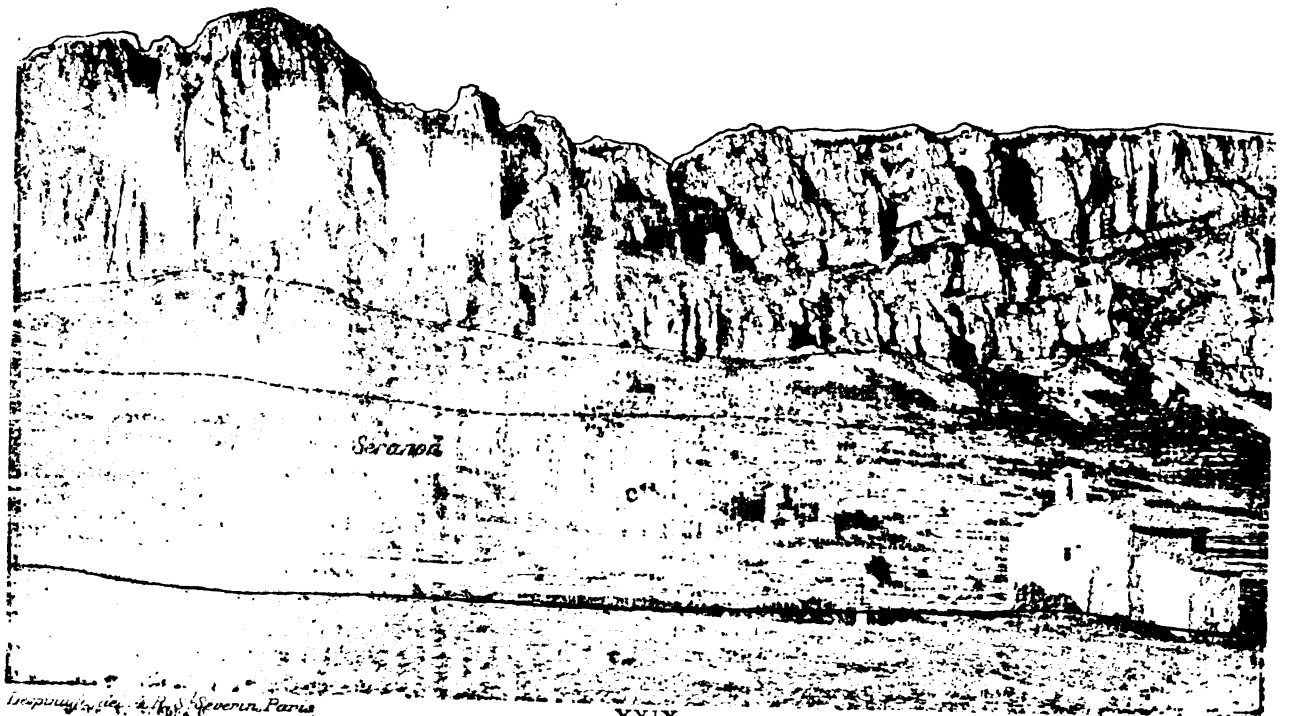
XXXIII



Cliché A. Guébhard

Phototypie Sohier et Cie

Accident au nord du Val de Roure



XXIX

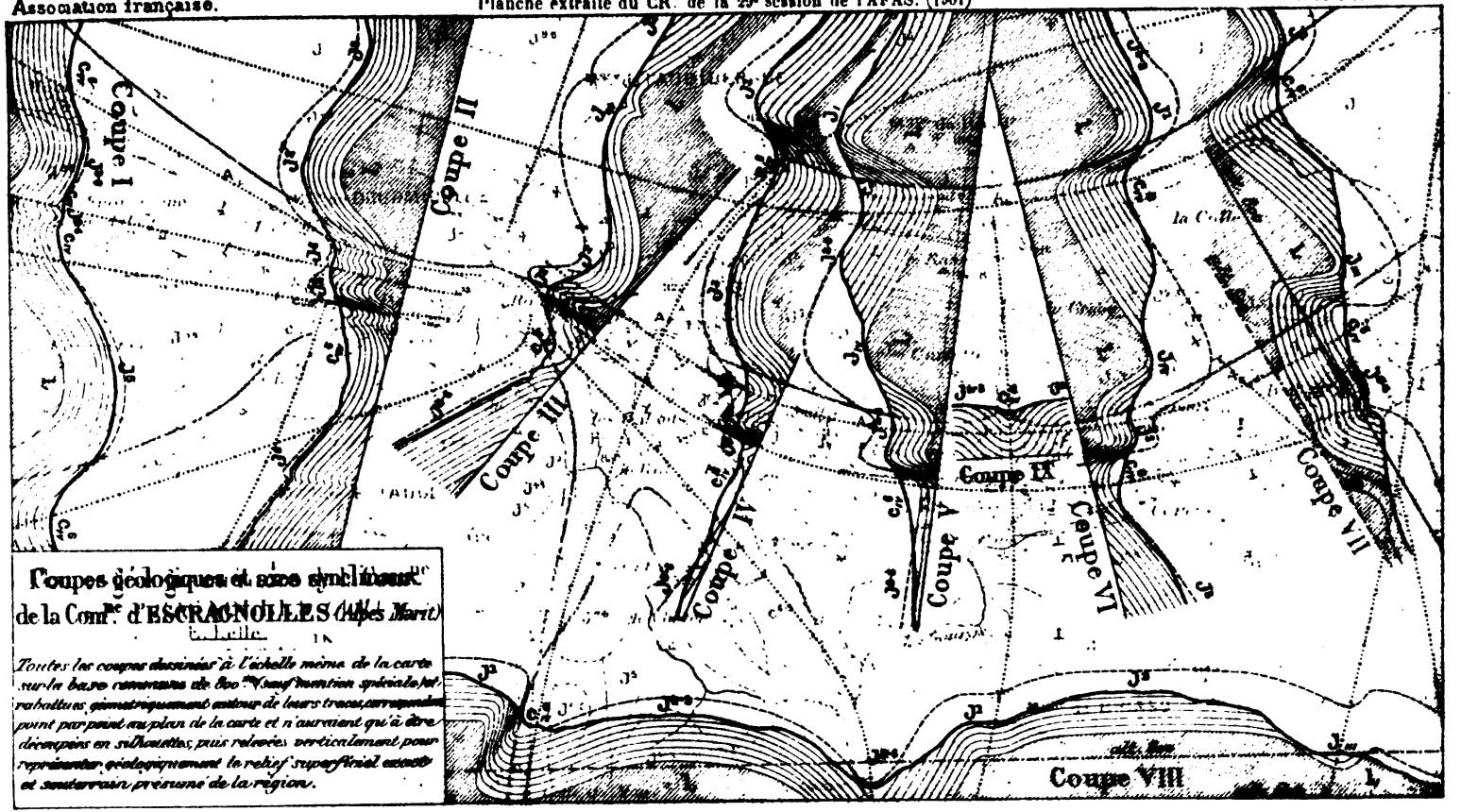
Barre de Séranon vue de Notre-Dame

XXIX
c^{m}
σ_{+}
ν^{μ}
η_{ν}
ঠাকুরদাস
বন্দ্যোপাধ্যায়, ডক্টর ও প্রফেসর, কলিকাতা

Cliché A. Guébhard Phototypie Sohier et Cie

Barre de Séranon vue de Notre-Dame

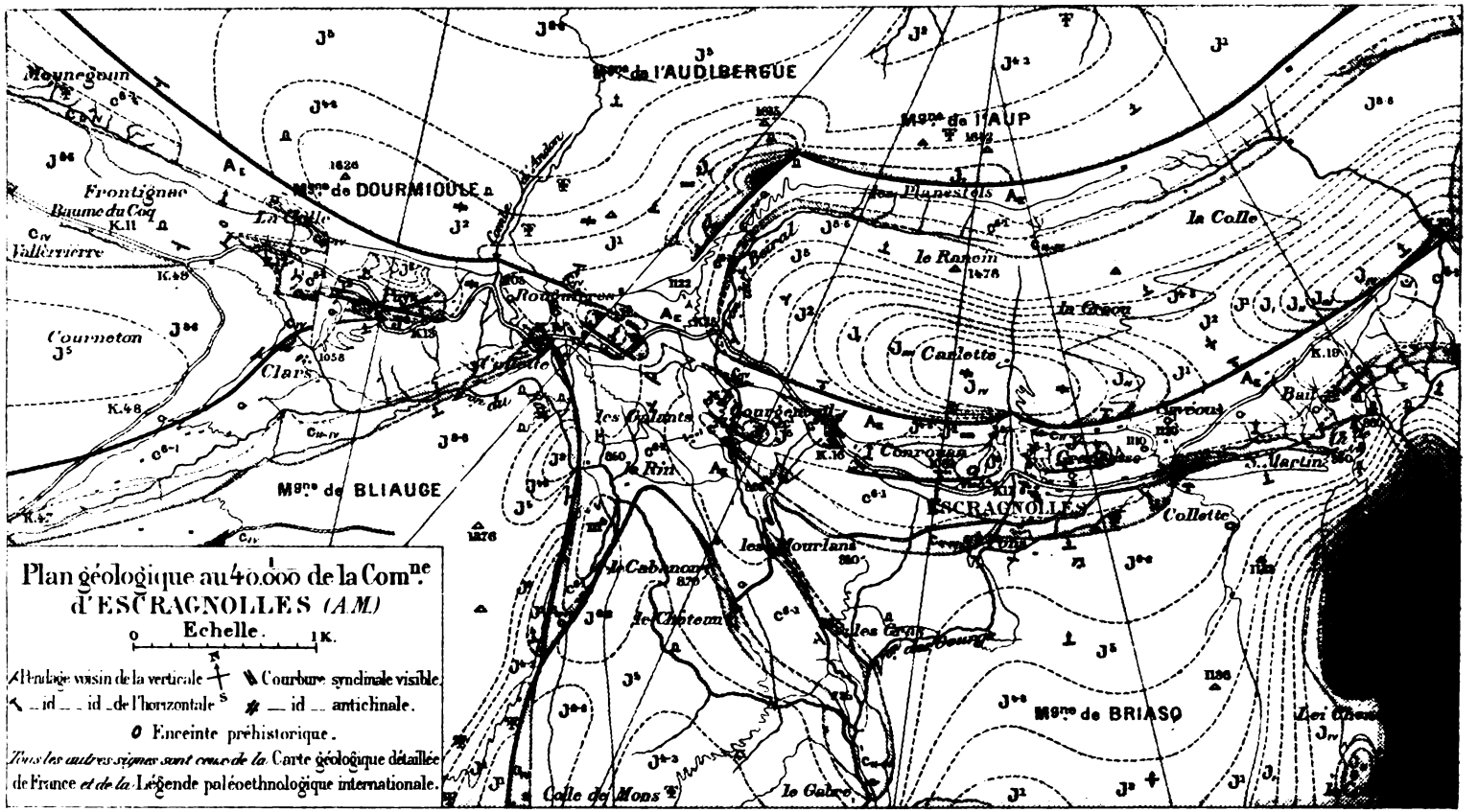
Planche extraite du CR. de la 29e session de l'AFAS. (1901)



Gravé chez L. Wührer.

A. GUÉBHARD _ COUPES GÉOLOGIQUES DE LA COMMUNE D'ESCRAGNOLLES.

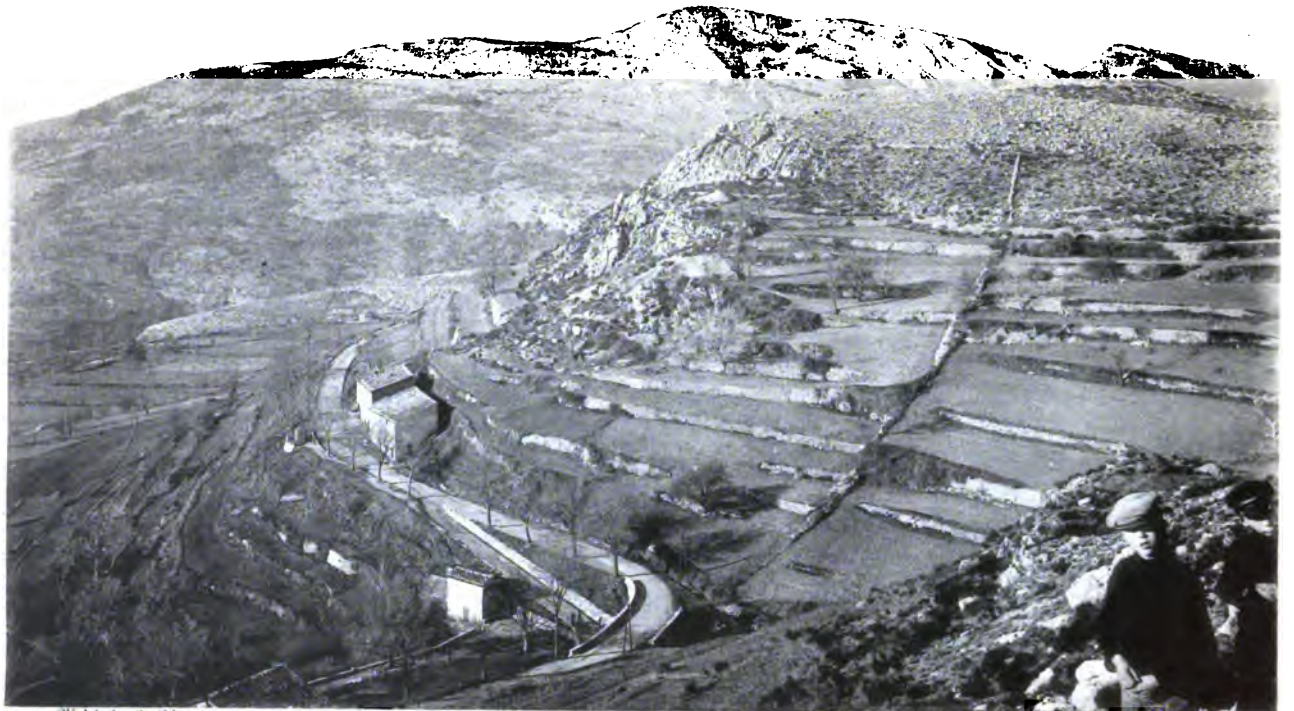
A. GERHARD — COUPES GÉOLOGIQUES DE LA COMMUNE D'ESCARGOLLES



A GUÉBHARD_PLAN GÉOLOGIQUE DE LA COMMUNE D'ESCRAGNOLLES

Afas t. XXII, pl. IV

XXXII



Cliché A. Guébhard

Phototypie Sohier et Cie

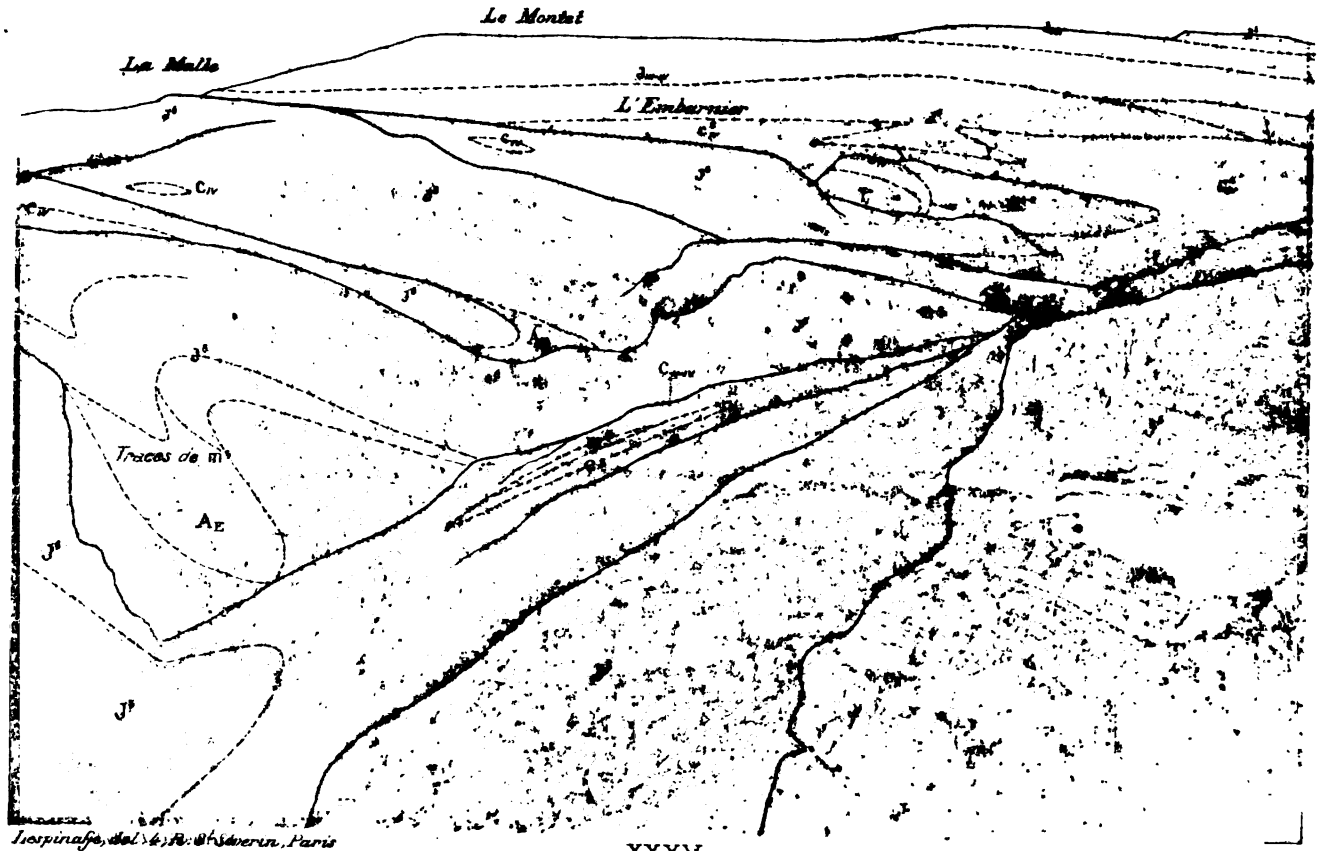
Escragnolles. — Conrouan vu de Grangasse

XXXIII

Cliché A. Guébhard Phototypie Sohier et Cie

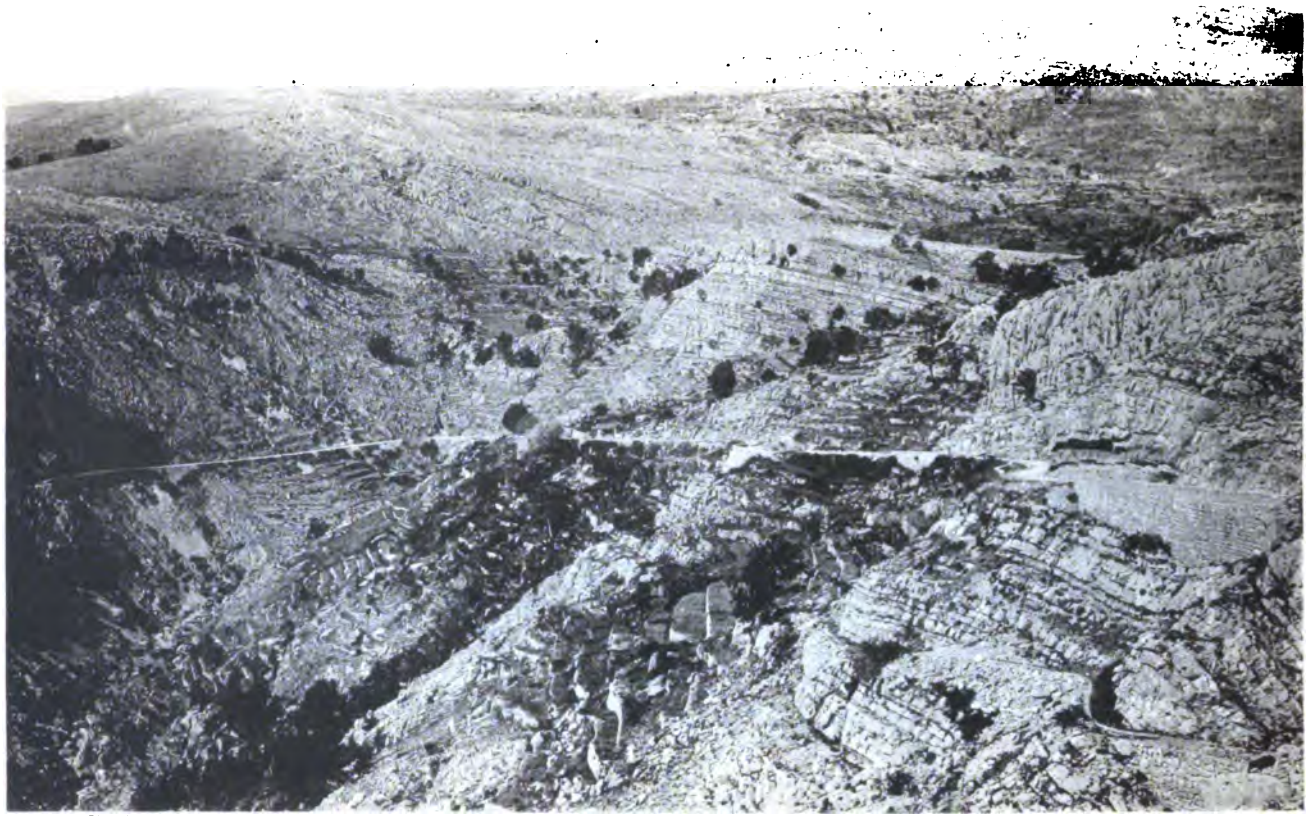
La montagne de Courmettes vue du Pré-du-Lac

i ra



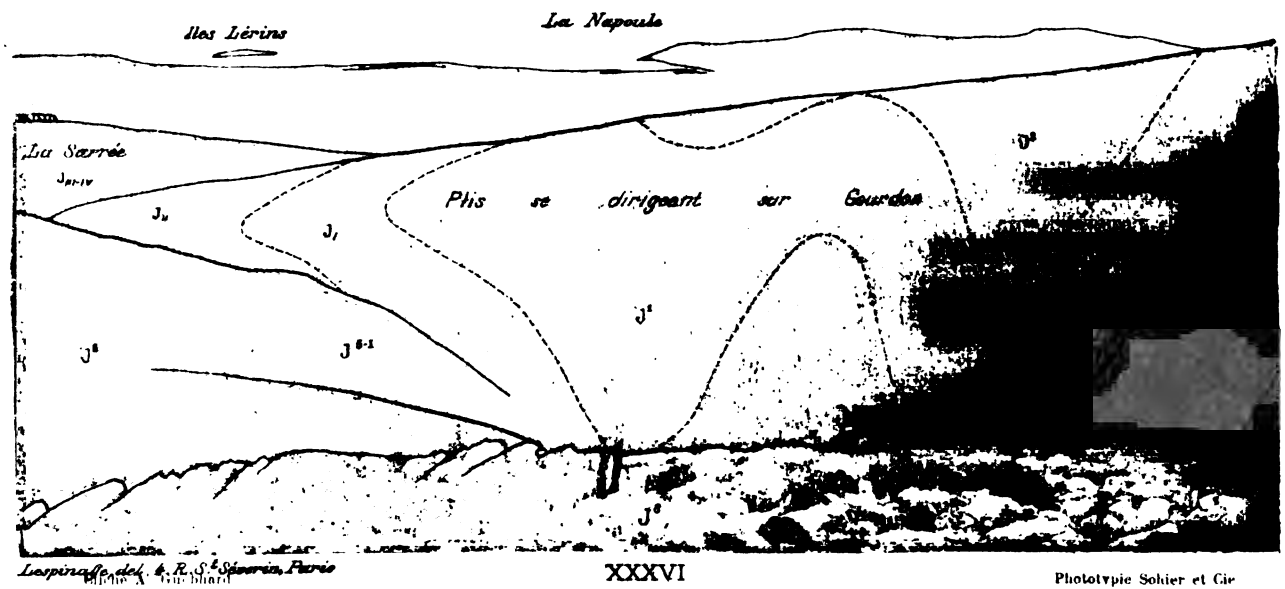
Lespinasse, del. 4, R. St Séverin, Paris

XXXV



Cliché A. Guébhard Phototypie Sohier et Cie

Vue de Gourdon sur le ravin du Béal

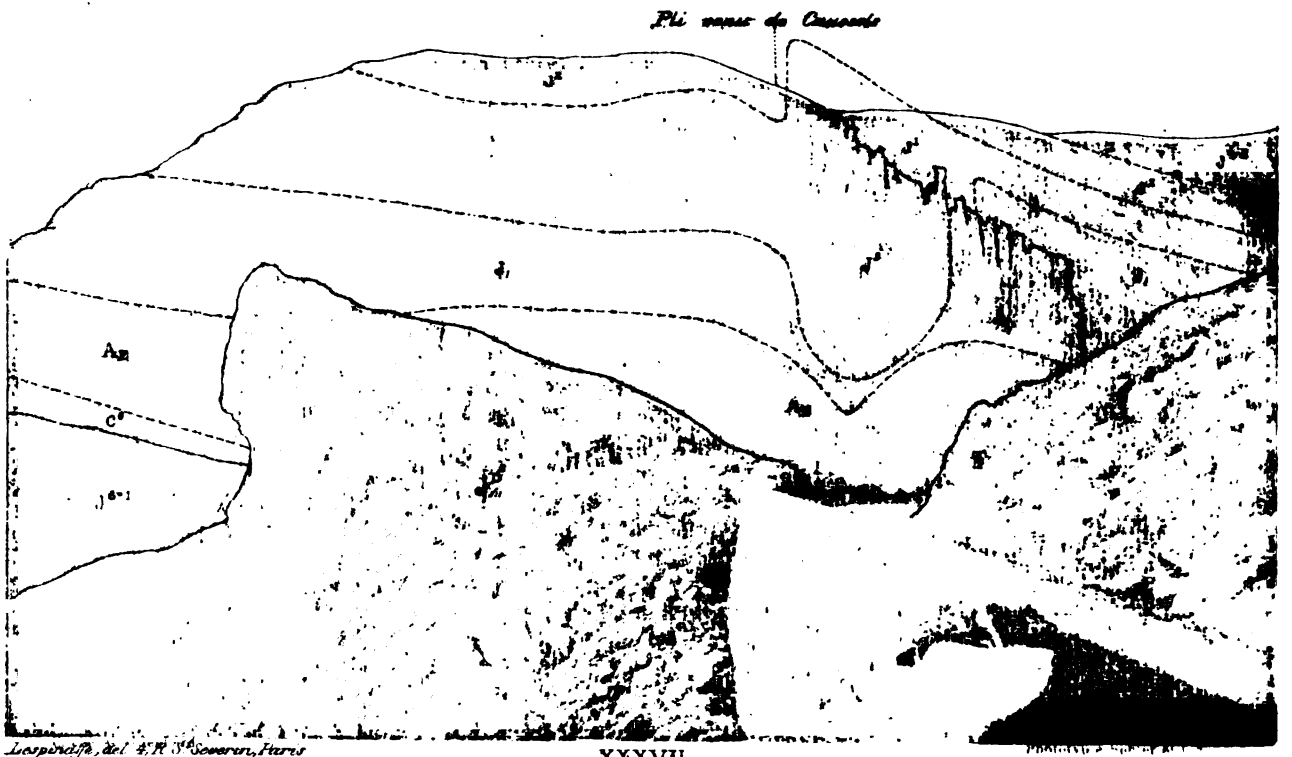


Vue du haut de la Lauve de Gourdon sur la Combe de Saint-Christophe (Par temps de pluie)

XXXVI.

Cliché A. Guébhard Phototypie Sohier et Cie

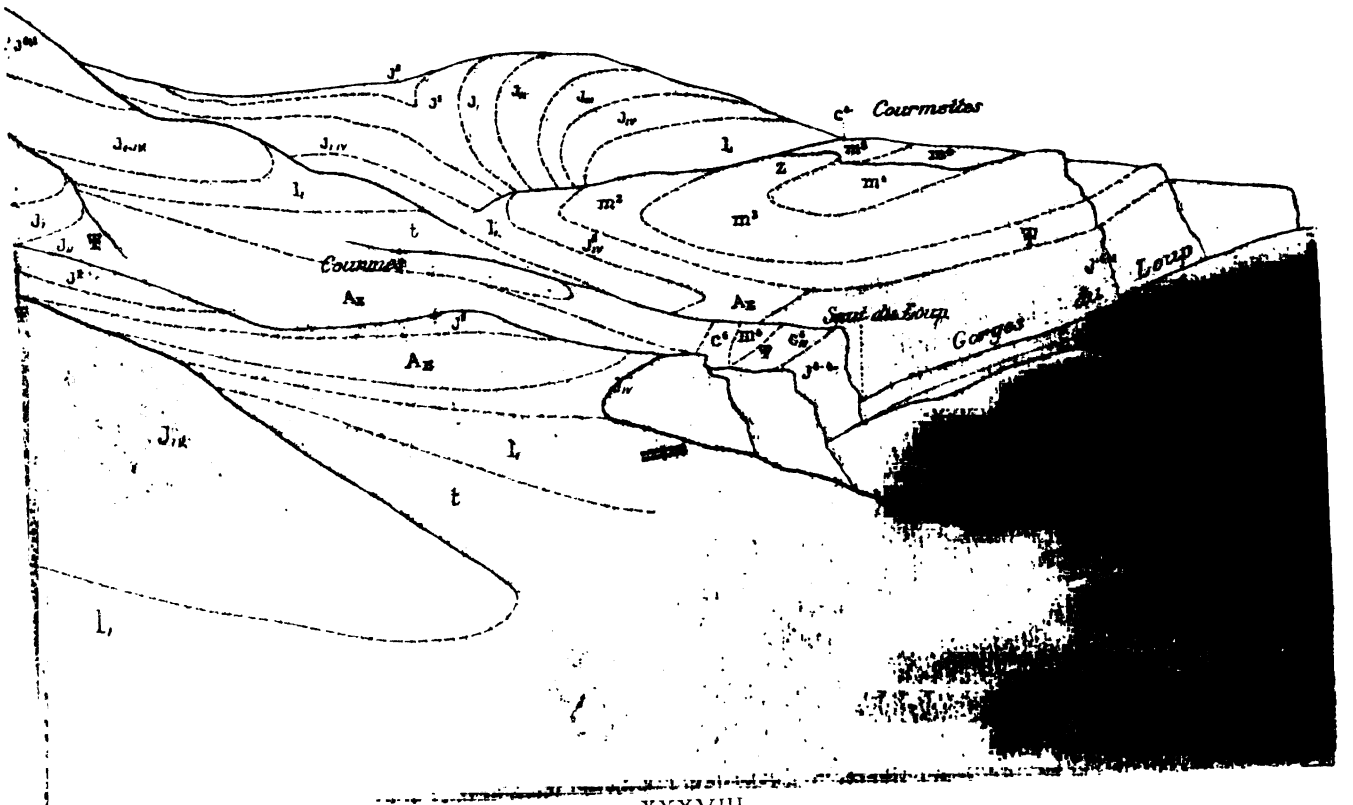
Vue du haut de la Lauve de Gourdon sur la Combe de Saint-Christophe (Par temps de pluie)



XXXVII
Le Revest vu de la route de Courmes

XXXVII

Le Revest vu de la route de Courmes



XXXVIII

Lespinasse, del. 4, R. St Severin, Paris

XXXVIII

Cliché A. Guébhard

Phototypie Sohier et Cie

Courmes et Courmettes vus de Bramafan

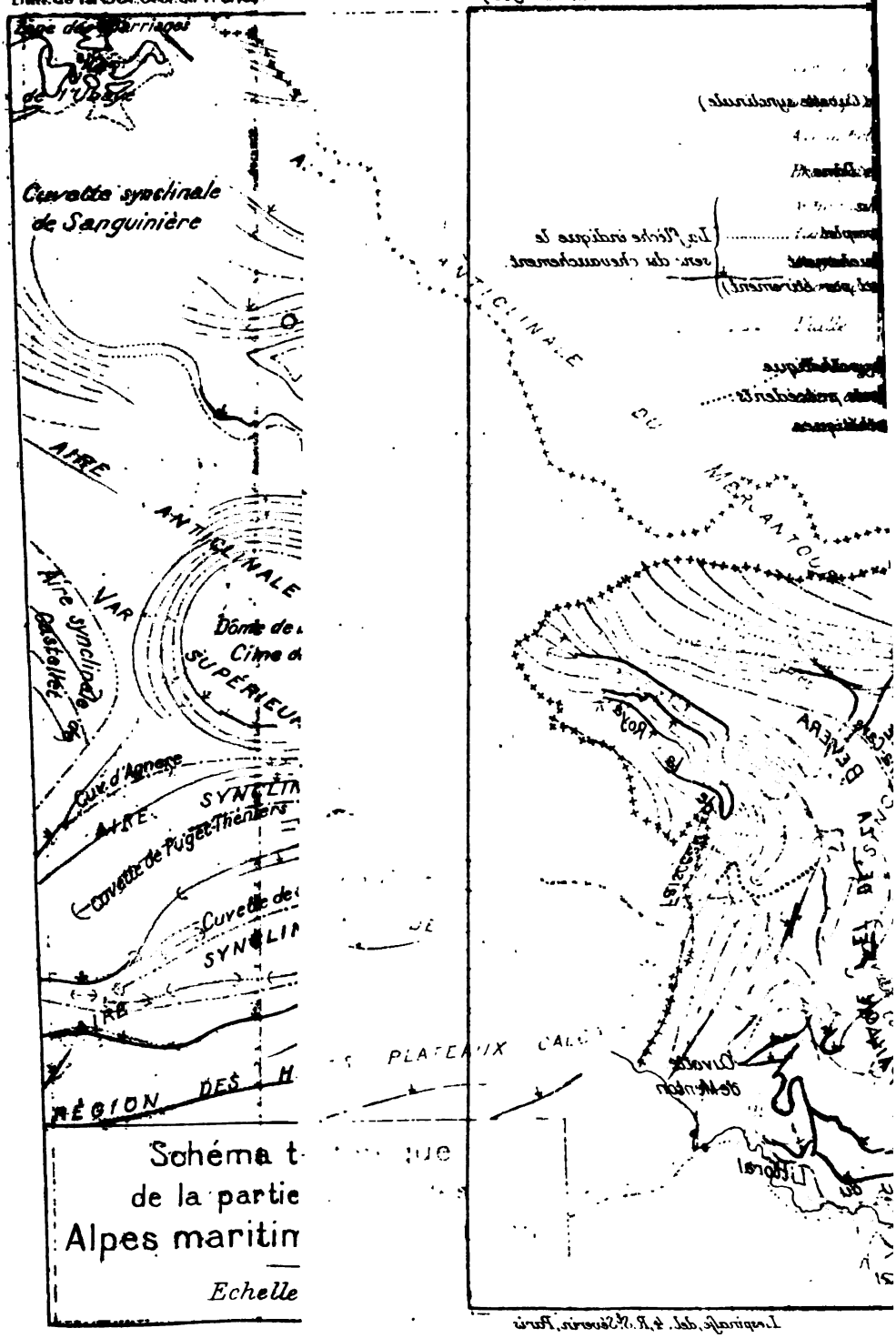
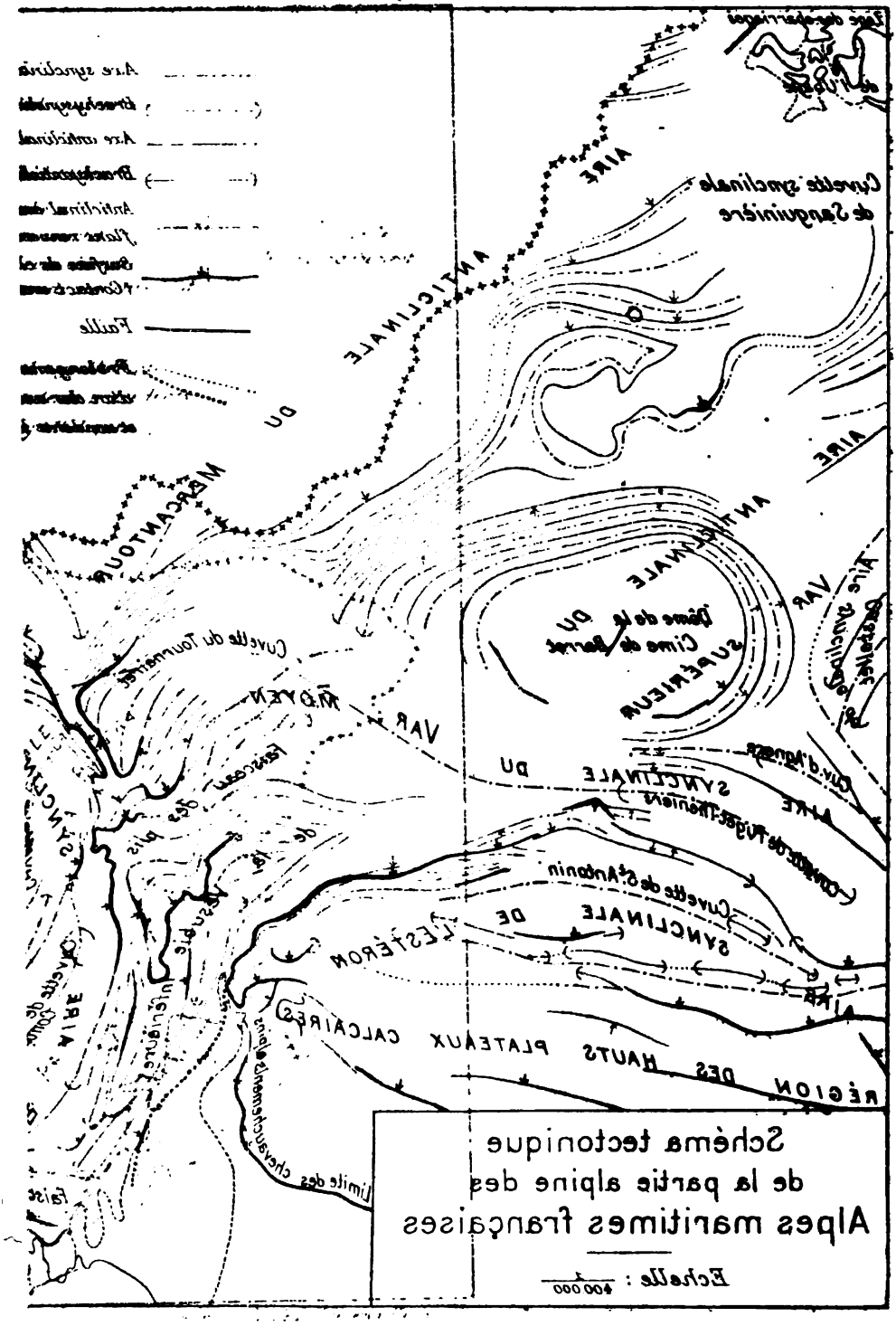


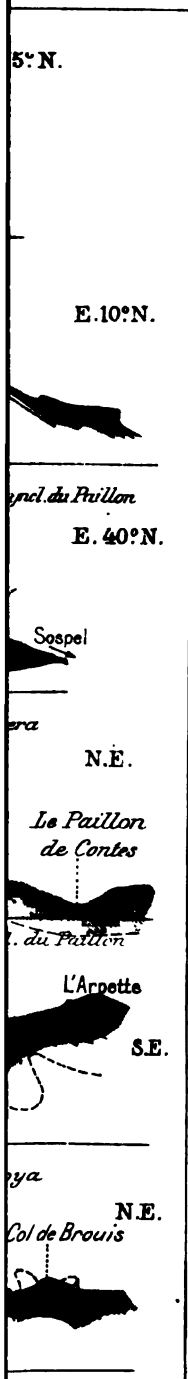
Schéma t
de la partie
Alpes maritin

Echelle


Zone des chariages de l'Ubaye
Axe synclinal
Axe anticlinal
Faille
Cuvette synclinale de Sanguinière
AIRE ANTICLINALE DU MERCANTOUR
AIRE ANTICLINALE DU SUPÉRIEUR
Dôme de la Cime de Barret
Cuvette du Tournairet
VAR MOYEN
Faisceau des plis de la Vésubie inférieure
Cuv. d'Agnese
AIRE SYNCLINALE DU
Cuvette de Tuget-Théniers
Cuvette de St Antonin
SYNCLINALE DE LESTÉRON
AIRE
RÉGION DES HAUTS PLATEAUX CALCAIRES
Limite des chevauchements alpins
Cuvette de Comte
AIRE
Schéma tectonique de la partie alpine des Alpes maritimes françaises
Echelle : 1/400 000

Carte gé
de la
Alpes m

5° N.

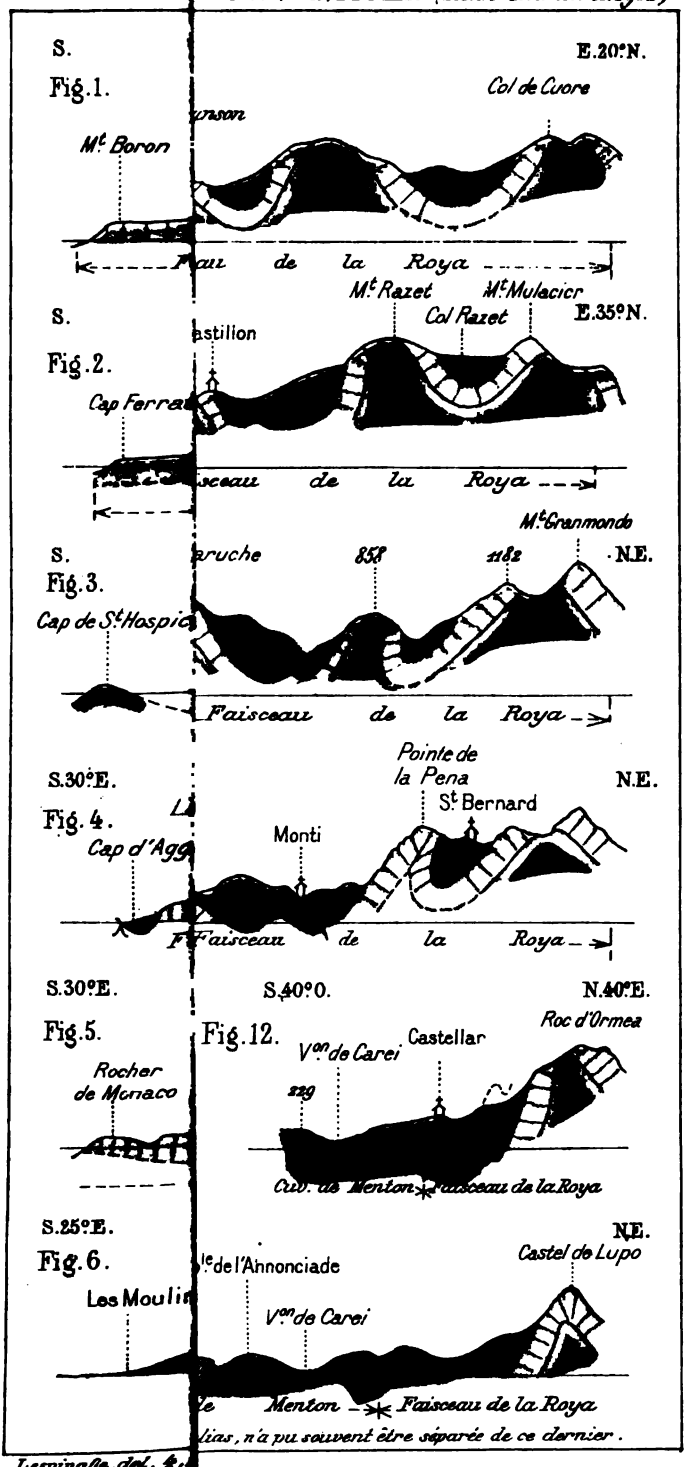


Légende des Planches XLI et XLII.

Notation de la Carte au 80.000e		Notation employée	Cette notation est à peu près celle de la Carte générale au 320.000e
a^2 a^1		a^2 a^1	*Alluvions récentes et anciennes*
p^2		p^2	*Poudingues pliocènes*
p_1		p^1	*Argiles pliocènes*
m_{u-m}		o^{1-2}	*Grès d'Annot, Flysch, Grès de Menton*
e_1^3		e^{3-5}	*Marnes à Serpula spirulæa*
			Calc. nummulitique à N. perforatus
c^{8-6}		c^{5-6}	*Turonien et Sénonien*
c^{5-3}		c^4	*Cénomanien*
c_{iv}^2		c^{1-3}	*Crétacé inf.r* { c^3 *Albien*; c^2 *Aptien*; c^1 *Néocom. et Barrém.* }
J^{8-3}		j^{6-8}	*Calc. séquaniens, kimeridgiens et portland.*
J^{2-1}		j^5	*Callovien et Oxfordien*
J_{m-iv}		j^{3-4}	*Bajocien et Bathonien*
l^{4-2}		j^2	*Lias*
l_1^1		j^1	*Infralias*
t_{ii}^3		t^b	*Série triasique sup.re (cargneules, gypse)*
t_{m-iv}		t^a	« « *inf.re (grès, quartzites)*
r^1		r^2	*Schistes rouges permiens*
r_1		r^1	*Grès et arkoses permiens*
λ		λ	*Tuf labradoritique*

Echelle des longueurs et des hauteurs : $\frac{1}{80.000}$.

Lespinasse, del. 4, R. St Séverin, Paris



Lespinasse, del. 4.

Fig. 1. — Aiguilles dolomitiques triasiques à Péone.

Fig. 2. — Plis de la bordure du massif du Mercantour déversés vers le S.-O. Vue prise dans le vallon de Roubion, côté amont. — r^2, Schistes rouges permiens ; t^a, Grès triasiques, quartzites blancs et grès bariolés; t^b, Calcaires et dolomies triasiques.

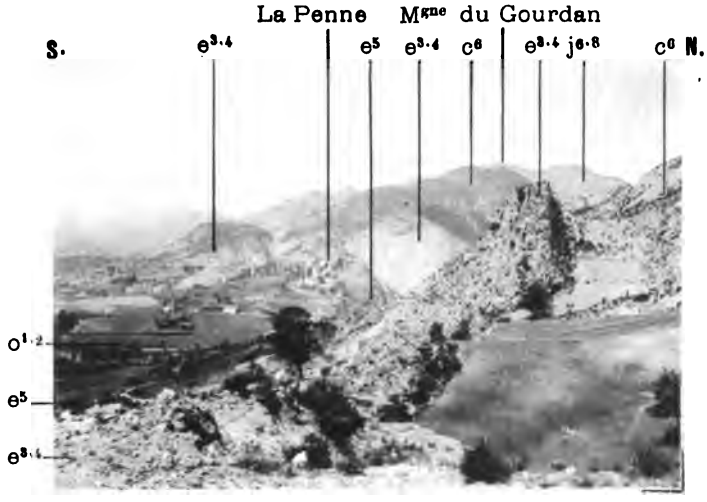


Fig. 1. — Bord septentrional de la cuvette synclinale de Saint-Antonin. Vue prise de la route du Pas de Saint-Raphaël à Rorebel; au premier plan, calcaire nummulitique très redressé, $e^{3.4}$; à gauche, marnes à *Serpula spirulæa*, e^5 et sables de Saint-Antonin, $o^{1.2}$.

Fig. 2. — Argiles (ap) et poudingues (pp) pliocènes du « delta du Var », s'appuyant, à Saint-Martin du Var, sur le Jurassique (j^2) et le Trias (t) de la colline de La Roquette.

DEUXIÈME PARTIE

NOTES ANNEXES

ÉTUDE PALÉONTOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

DU

SYSTÈME JURASSIQUE

DANS LES PRÉALPES MARITIMES

par MM. W. KILIAN et A. GUÉBHARD

(PLANCHES XLVIII-L.)

Les nombreux matériaux recueillis par M. Guébhard au cours de ses explorations tectoniques des Préalpes maritimes, à presque tous les niveaux du Jurassique réputés les moins fossilifères, seraient demeurés longtemps stériles, si M. Kilian, étendant à la région littorale ses études sur le Jurassique des Alpes, n'avait bien voulu se consacrer à l'utilisation systématique de ces documents. Il en résulta d'abord, pour M. Guébhard, l'exacte corrélation avec les dénominations d'étages classiques des subdivisions empiriques qu'il avait repérées par de simples numéros; puis, pour M. Kilian, une première étude qui, publiée dans le compte-rendu de la Réunion extraordinaire de Castellane [1], va être complétée à l'occasion de la Réunion extraordinaire dans les Préalpes voisines.

Les documents qui n'ont cessé de s'accumuler entre les mains de M. Kilian lui permettront de donner un peu plus d'ampleur à l'étude paléontologique dans ses rapports avec la stratigraphie, tandis que M. Guébhard, qui n'a cessé d'étendre le champ de ses explorations, pourra, mieux qu'autrefois [2], insister sur les détails internes

1. KILIAN, ZÜRCHER et GUÉBHARD. Notice sur la région d'Escragnolles. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, 1895, p. 957-962.

2. A. GUÉBHARD. Esquisse géologique de la commune de Mons (Var.) *Bull. Soc. Et. scientif. de Draguignan*, XX, 1897, p. 282-386; 2 pl.

de cette stratigraphie, c'est-à-dire sur les différenciations des horizons et les caractères lithologiques de chaque niveau.

Ajoutons que, M. F. Koby ayant fait une étude à part des Polypiers, M. le commandant Savin a bien voulu, avec sa compétence spéciale, faire ou revoir les déterminations de tous les Echinides cités dans ce mémoire, et M. M. Lissajous celles des Crinoides ; nous leur en exprimons toute notre gratitude.

I. — STRATIGRAPHIE

I. Bajocien.

1. Généralités. — **a)** Le Bajocien, à qui sa teinte habituelle mériterait bien le nom de *Jura brun*, débute assez souvent par des *Dolomies*, que la présence de quelques silex, plus ou moins *pourris*, permet, seule, souvent, de distinguer de celles qu'on retrouve à toutes les hauteurs du Jurassique, tandis qu'elles tranchent nettement avec l'aspect tout spécial de celles, immédiatement contiguës, qui couronnent l'Infralias (pont de Roquevignon)[1].

Parfois ces dolomies prennent un très grand développement, et se délitent en poches de mauvais sable ou *safre*, qui en exagèrent l'aspect chaotique. On en a des exemples, entre autres : au haut quartier de Peyrebrune, à Saint-Vallier ; à l'extrémité nord du plateau des Baumettes, traversé par la route inter-départementale, en cours d'achèvement, de Callian (Var) à Saint-Cézaire (Alp.-Marit.); aussi, sur tout l'*hubac* (versant nord) de la montagne qui s'étend à l'ouest depuis le Pas de la Faye (point 980 de l'Etat-Major) jusqu'au sommet du Puet (point 1096). Mais ce n'est qu'un hétéromorphisme vertical irrégulier, pouvant, par places, ainsi qu'au dernier point cité[2], s'élever très haut dans le Bathonien, et, ailleurs, ne se manifester que par petites taches disséminées à l'intérieur d'un banc calcaire.

b) Quelquefois la transition entre le Bajocien et l'Infralias paraît marquée, au lieu de dolomie, par un lit assez mince de *calcaire marneux vert-blanchâtre*, bien visible sur tout le pourtour du plateau de La Sarrée et sur le vieux sentier du Bar à Courmes, longeant, au quartier du Figueiret, à l'entrée des Gorges du Loup, la base de l'énorme barre bajocienne, qui, servant de support à tout le promontoire de Gourdon, ou Baou de Roland, sert de plafond,

1. Course du 5 septembre, p. 529.
2. Course du 7 septembre, p. 603.

comme il arrive souvent, à des émonctoires temporaires de sources, à débouché normal permanent plus bas placé, au niveau des argiles rhétiennes.

c) Au-dessus des Dolomies, lorsque celles-ci n'ont pas envahi toute la masse, on trouve des *calcaires à silex* qui, presque toujours, débutent par un lit assez mince, vraie lumachelle de petites fossiles et de débris, qui, même lorsqu'elle est très compacte, est toujours érodée à sa surface libre, assez pour montrer de nombreuses facettes articulaires d'Encrines et radioles brisées d'Oursins [1]. Elle est souvent surmontée de cordons extrêmement serrés de silex, qui, parfois (Roquevignon), peuvent être moins fréquents et permettre d'exploiter les bancs en gros blocs de pâte dure cristalline siliceuse, d'un jaune assez foncé, ou bicolores, à cœur bleu ardoisé, très appréciés pour les constructions.

d) Dans le haut, la couleur passe au brun chocolat, et la structure, souvent, à une *oolithe à gros grains*, parfois assez compacte pour prendre un magnifique poli, comme on peut le voir au soubassement d'une fontaine à l'entrée du village de Saint-Vallier, sur des blocs apportés du Château Goby, de La Malle [2]. Ce faciès, assez fréquent, présente un développement particulièrement remarquable, au haut, par exemple, de la Barre du Montet, dominant le quartier de l'Embarnier, entre Gourdon et Caussols ; et au bas de la gorge de la Cagne, entre la source du Riou, captée sous Saint-Jeannet pour Saint-Paul-du-Var, et son trop-plein du Sourcet, au débouché d'une rigole synclinale des hauts plateaux.

Dans sa partie supérieure, cette oolithe devient de plus en plus fine et reproduit alors presque identiquement l'aspect de lumachelle quasi-gréseuse du banc inférieur à Encrines.

2. Coupes naturelles. — De bonnes coupes du Bajocien se peuvent voir presque partout où se termine en *barre* franche, sans courbure pouvant amener de fallacieuses duplications, l'extrême bordure des plateaux préalpins, au-dessus de la zone basse ; Roquevignon, au dessus de Grasse, malgré ses nombreuses carrières, n'est qu'à demi propice, à cause des mouvements tectoniques que révèlent les variations de pendages des bancs. L'ascension du plateau de la Sarrée, soit par la route de Gourdon, soit par le vieux sentier du Pilon de Magagnosc, est plus démonstrative, pourvu qu'on se repère bien, au départ, sur la dernière appa-

1. Course du 5 Septembre, Pont de Cartinet, p. 534.
2. Malheureusement cette pierre prend à l'air libre une assez vilaine patine gris terne.

rition de l'Infralias et qu'on sache s'arrêter à temps, sur le plateau, pour ne pas se laisser tromper aux retours d'ondulations tantôt très amples, tantôt, au contraire, très aiguës.

Dès qu'on dépasse le premier palier préalpin, les apparitions de Jurassique inférieur, ne pouvant être dues qu'à des plis compliqués, ou à des érosions profondes, masquées d'éboulis, il n'est plus guère possible d'avoir de bonne coupe. Cependant l'extrémité occidentale de la déchirure qu'a déterminée, au sommet de la montagne de Paracou, près Saint-Vallier, un synclinal adventice [1], a mis à jour une section très nette du Bathonien-Bajocien en haut du petit ravin de La Gardette.

3. **Gisements fossilifères.** — C'est dans cette coupure que fut récolté le premier fossile Bajocien détaché, la *Terebratula ventricosa* Ziet., retrouvée, depuis, avec d'assez nombreux *Pecten* dans le bas du chemin de Bramafan à Courmes [2] et encore, avec une grosse Rhynchonelle à côtes fines, qui ne put être extraite, dans l'entaille du tunnel du canal du Foulon, au-dessus du Bar, prolongement des bancs de La Sarrée.

Le petit *Pecten* lisse abonde en dessous de Mons (Var), au coude que fait, pour aller au quartier de Font-Touette, le sentier qui vient de traverser le bas du vallon de Baume-Grande, à la hauteur des lacets de la route de Callian, après sa traversée de la Siagnole. Mais la roche brun-chocolat est toujours très dure, et peut-être serait-on plus heureux, pour la recherche des fossiles, avec l'oolithe tendre, soit du banc inférieur, qui, outre ses jolies Encrines, montre, à La Sarrée, de nombreuses petites dents de Ganoïdes ; soit avec celle du banc supérieur qui, dans la carrière du Pont de Roquevignon (Grasse), laisse voir, au milieu de Coraux variés et d'Encrines, des sections de petits Echinides.

Quant aux silex, ils paraissent, dans cette région, bien exceptionnellement fossilifères : sans doute le sont-ils davantage au voisinage de Draguignan, à juger par plusieurs moules internes d'Échinides, visibles dans la collection léguée par feu notre confrère H. Segond à la Société d'Etudes scientifiques de Draguignan. Jamais d'ailleurs, M. Guébhard n'a aperçu une *Lima* quelconque justifiant, pour la région, le nom de zone à *Lima heteromorpha* sous lequel était habituellement désigné cet étage au moment de la Réunion extraordinaire de 1877.

Enfin, si les Polypiers sont assez fréquents, les plus beaux échantillons [3] ont été recueillis sur le territoire du Rouret, dans

1. Course du 6 septembre, p. 564.
2. Course du 8 septembre, p. 630, fig. 85.
3. Voir plus loin l'étude de M. F. Koby.

l'important îlot bajocien de Clamarquier, non enregistré par la Feuille de Nice.

4. Diagnose lithologique. — a) Hors la présence des silex, ou de leur représentation plus ou moins pourrie, il n'est pas possible, en l'état actuel de nos connaissances, de distinguer, autrement que par leurs rapports de position, soit les dolomies inférieures, des multiples apparitions dolomitiques supérieures, soit les deux niveaux inférieur et supérieur de fine oolithe compacte, entre eux ou avec un faciès tout à fait analogue que nous retrouverons régulièrement vers le haut du Bathonien, et encore assez souvent dans le bas.

b) Quant aux calcaires à silex, par leur teinte toujours foncée, gris-brun, jaune ou bleue, par leur texture serrée et finement cristalline, ils se diagnostiqueraient déjà assez facilement, si leurs silex eux-mêmes, par leur nature presque toujours fragmentaire, (Roquevignon près Grasse) ou leur stratification en plaquettes (Pont de Cartinet, Barre de La Malle) et leur couleur d'un blanc lacté, à patine mate et comme calcinée (Vieux chemin de Mons à Escragnolles, où le Bajocien, au quartier de Sur les Grays, s'étale largement sur le dos d'une voûte infraliasique)[1], enfin leur cassure jamais conchoïdale, toujours esquilleuse, à angles aigus, ne les distinguaient encore plus facilement de ceux des nombreux horizons siliceux de la région, dont l'énumération récapitulative fera l'objet d'une notice spéciale.

c) Cependant, par deux fois, M. Guébhard s'y trompa : une première, à Escragnolles, où, recherchant l'origine des éboulis d'oolithe bajocienne, formant de véritables amas jusqu'aux plus bas ravins du quartier du Château [2], il crut la trouver, un soir, sur le sentier qui monte du Rin au pont de la Collette de Clars, dans une grosse masse de calcaire brun, hérissée de silex, à cassure compacte, cristalline, tout à fait trompeuse. Mais comment raccorder ce niveau si inférieur, avec les affleurements supérieurs connus au voisinage? Et, en effet, il fut constaté plus tard, à des fossiles bien visibles, et point rares, que le pseudo-Bajocien devenait au jour... du Crétacé très supérieur, d'un faciès siliceux

1. La Feuille de Castellane n'a marqué là que du Jurassique supérieur.

2. Cette origine fut trouvée ultérieurement au plus haut du ravin du Beiral, au pied de l'Audibergue, et inscrite à cette place sur la *Carte d'Escragnolles* (pl. xxx), parue au *CR.* de l'*AFAS.* de 1900, t. XXIV, pl. IV, et sur la *Carte du S.O. des A. M.* parue au *CR. du Congrès international de* 1900, pl. VI, mais point sur la Feuille de Nice, parue en 1902.

peu répandu, il est vrai, mais visible, non loin de là, au K. 13,35 de la route nationale.

Un autre soir, en dessous de Courmes, au moment de traverser le gué du ravin du Bès pour entamer la descente par les gorges du Loup, M. Guébhard apercevant un peu au nord [1], des bancs très bruns, tout remplis de silex, crut bien y voir la base bajocienne du « grand chevauchement » auquel il croyait encore. Mais, revu de jour, ce gros banc montra qu'il devait sa patine plutôt ferrugineuse au contact d'un lambeau de Gault fossilifère qui le recouvrait nettement, et qui le rattachait, comme horizon supérieur encore mal déterminé [2], à l'immense masse du Jurassique de la « nappe recouverte », ici bien découverte.

5. **Rôle orographique et cultural.** — Au point de vue tectonique aussi bien que cultural, on peut dire que c'est la limite inférieure bajocienne de la barre de bordure des avant-plateaux qui détermine strictement la limite méridionale naturelle de la zone définie au cours de la Réunion extraordinaire de 1902 comme zone des Préalpes maritimes. Car cette limite se confond presque toujours en verticalité avec la base des dolomies supérieures de l'Infralias, et, là où ce n'est pas, c'est que les dolomies se sont ameublies assez pour se confondre elles-mêmes avec le commencement de la zone des terres grasses dont la ville de Grasse occupe le centre. Là, tout de suite commence l'olivier, et souvent, avec le proche jaillissement des sources [3], la culture des fleurs à parfums. Tout de suite au dessus c'est le ruban des chênes verts ou des pins plus ou moins silicicoles, enserrant d'un liséré trompeur, partout où ils ont trouvé place pour s'accrocher, l'aridité prochaine des monts dévastés. Les apparitions plus élevées du Bajocien, si elles ne se tachent de dolomies, ne sont point parmi les moins arides. (avant-plateau de Saint-Christophe, entre Grasse et la Malle) et il faut

1. Course du 8 septembre.

2 Jusqu'ici ce faciès n'a encore été observé qu'à cette place, et à Gourdon, où il contribue à exagérer d'une forte surcharge l'épaisseur du Portlandien subordonné. Malgré des recherches répétées, aucun fossile caractéristique n'a pu encore être détaché.

3. Dieulafait, dans son *Etude sur la zone à* Avicula contorta *dans le sud de la France* (*Ann. Sc. géol.* I, 337-496 pl. V.-VII; 1869), a si bien mis en relief le rôle aquifère de cette zone qu'il ne reste pas grand chose à ajouter. Tout au plus peut-on remarquer que la base du Bajocien, comme nous l'avons déjà signalé au ravin du Figueiret sur le Loup, et pour la source du Riou de Vence, joue souvent le rôle d'émissaire pour les trop-pleins des sources inférieures. La grotte des Ribes, à l'ouest de Grasse, en dessous du plateau de Roquevignon, en offre, dans son intérieur même, un curieux exemple. (J. Gavet, Spéléologie des A.-M., *Ann. Soc. L., Sc. et A. des A. M.*, XVII, 204, pl. II; 1901).

descendre dans la plaine pour trouver des coteaux de calcaire à silex qu'une trituration tectonique exceptionnelle, et surtout un savant aménagement cultural, ont permis de transformer en vignobles de grands crus, comme au Clos Saint-Jaume de Châteauneuf, au Dr Féraud.

La rare terre qui accompagne ordinairement cet étage, est d'un rouge ferrugineux foncé, plus accentué encore que celui des terres analogues, mais peut-être plus légères et moins argileuses, que donnent le Portlandien et le Virgulien. Mais en général les petites apparitions synclinales du Bajocien dans les plaines de Grasse, ayant protégé contre l'érosion leur substratum plus mou, forment, au milieu de la nappe grise des oliviers, autant de taches sombres au sommet de monticules arrondis, dont l'alignement, corroboré par l'observation des pendages, dessine en plan, à partir du coude inférieur du Loup, un éventail de plis, ouvert du côté du massif primitif, expliquant une orographie difficile à comprendre d'après les tracés incomplets de la Feuille de Nice.

6. Liste des fossiles recueillis dans le Bajocien

Bourguetia sp.;
Nerinea sp.;
Natica sp.;
Pleuromya sp.;
Cypricardia sp.;
Astarte sp.;
Ceromya concentrica Sow.;
Pholadomya sp.;
Modiola Sowerbyana d'Orb.; (exemplaire très typique);
Ctenostreon pectiniforme Schl. sp.; (= *Lima proboscidea* Sow.);
Pecten (*Chlamys*) *Dewalquei* Opp. var. *jurensis* Riche (ex. à oreillettes bien conservées);
Pecten (*Chlamys*) cf. *Rypheus* d'Orb.;
— (*Entolium*) *gingensis* Qu.;
— cf. *disciformis* Schübl.;
Ostrea explanata Goldf. (= *Ostrea eduliformis* Schl.);
Alectryonia (*Lopha*) *Marshi* Sow. (= *O. flabelloides* Goldf. sp.);
Gryphæa Phædra Chap. et Dew.;
Terebratula ventricosa Ziet. (typique);
— *spheroidalis* Sow.;
Cidaris indét. (test et radioles);
Radiole de *Plagiocidaris* (*Cidaris*) *cucumifera* Agass. sp.;
Plaque anambulacraire paraissant provenir d'une forme très voisine de *Plagiocidaris* (*Cidaris*) *spinulosa* Roem. sp.;
Radiole voisine de *Plagiocidaris* (*Cidaris*) *Zschokkei* Des. sp.;
Diplopodia indéterminable;
Stomechinus voisin de *Stomechinus Gauthieri* Cott.;
Stomechinus cf. *lævis* Ag. sp.;
Pentacrinus bajocensis d'Orb.;
— *Crista-Galli* Quenst.;
Calamophyllia Tomesi Koby, nov. sp. (pl. LV, fig. 1-3)[1];
Calamophyllia Guebhardi Koby, nov. sp. (pl. LII, fig. 2-3)[1].

1. Voir plus loin la Notice spéciale de M. F. Koby.

PRINCIPALES PROVENANCES. — Grasse (La Sarrée, Roquevignon, Le Tir, Saint-Christophe); Saint-Vallier (Blacasset, La Gardette, Nans); Escragnolles (Beiraou, Carlette); Cabris (pont de Cartinet, Brusquet); Saint-Cézaire (Camplong, Brusquet, Bois d'Amon); Courmes (Bramafan, Colombier); Gourdon (Haut-Montet); Châteauneuf (Saint-Jeaume); Le Rouret (Clamarquier); Le Bar (Les Barres, Saint-Arnoux; Mons (Pra Fagous, Essart vieux, Font Touette, Sur les Costes, Charabant, Collet du Comté); Callian (Touo Aussel); etc.

7. **Résumé paléontologique et stratigraphique.** — Cette faune est, comme on le voit, presqu'exclusivement néritique et échinitique; elle rappelle celles du Bajocien supérieur de Lorraine, du Jura et de la Bourgogne; c'est-à-dire de régions où se présente dans cet étage le faciès récifal du Calcaire à Polypiers. Nous y voyons la preuve d'un régime peu profond en relations avec la proximité d'un haut fond ou d'une côte, qui devait être ici le bord du massif des Maures jouant à ce moment, dans la mer bajocienne, un rôle analogue à celui du Plateau central de la France, ou des Vosges.

II. Bathonien.

1. **Généralités.** — a) Le point exact du début du Bathonien est demeuré pendant longtemps très douteux pour M. Guébhard, qui, ayant accepté comme bajocien le premier fossile reconnu, *Pholadomya Murchisoni* Sow., rencontré à un niveau relativement élevé, longtemps rattacha au Bajocien certains bancs inférieurs de fine oolithe brune, que leur aspect minéralogique semblait rapprocher du faciès chocolat bien connu du calcaire à silex [1], tandis que, de tout temps, avaient été attribuées au Bathonien certaines dolomies à couleurs vives, ocre jaune et lie de vin, qui, par places, montrent un grand développement [2].

Or, d'une part, de tardives reconnaissances de fossiles ont montré que la zone brune, du haut en bas, contenait *Rhynchonella Hopkinsi* Davids.; et, d'autre part, le rapprochement systématique d'observations locales dirigées dans ce but spécial a démontré l'équivalence horizontale, la substitution latérale, par taches souvent localisées dans le sens vertical, du faciès des dolomies vineuses, soit avec les oolithes brunes, souvent virées au carmin, qui limitent supérieurement et inférieurement cette zone

1. Course du 8 septembre, à Bramafan sur le Loup.
2. Course du 5 septembre, à l'est du camp de Mauvans.

très caractérisée, soit avec les calcaires plus ou moins marneux qui les séparent.

Ceux-ci sont eux-mêmes, avec les petits lits argileux ou dolomitiques intercalaires, de constitution assez variable. Tantôt franchement calcaires, à structure finement oolithique très serrée, ils se présentent en grands bancs à patine claire gris-bleu, susceptibles d'exploitation [1] ; tantôt plus argileux, mais toujours très résistants au marteau, ils forment de gros blocs arrondis à cassure conchoïdale, gris verdâtre taché de jaune ; ou, devenus gélifs, ils se débitent en miches écailleuses au milieu d'un délit grumeleux détritique que nous retrouverons fréquemment en remontant dans le Bathonien, avec son aspect blanchâtre de plâtras, tranchant sur la teinte jaune dominante et les nombreuses taches rubigineuses de la surface des blocs.

Des fossiles y apparaissent assez fréquemment, en sections, mais s'en détachent rarement. Une structure exceptionnellement gélive a seule permis, en un point du quartier de l'Agast de Cabris, d'en extraire une faunule assez bien conservée de Pélécypodes, Rhynchonelles et Polypiers qui, immédiatement subordonnée au banc brun supérieur où furent rencontrées, ailleurs, ensemble, *Rh. Hopkinsi* M'Coy et *O.* (*Alectryonia*) *costata* Sow. a suppléé à la pauvreté des récoltes de ce niveau pourtant très étendu.

b) Au dessus du *banc brun supérieur*, souvent dolomitisé, se montre une épaisseur assez notable de gros bancs (50 cm. chaque, à 1 m.), que caractérise généralement une criblure superficielle particulière de perforations grandes ou petites qui simulent assez souvent le moulage figé d'une argile attaquée par une grêle violente [2], mais qui sont évidemment les empreintes vacuolaires de fossiles disparus, car elles se montrent remplacées, dans la profondeur, par des sections cristallines de coquilles plus ou moins distinctes, en nodules de spath ou d'aragonite. Pour les bancs inférieurs, il s'agit surtout de grands Polypiers très branchus dont les arborescences se dessinent en vermiculations caractéristiques sur la pâte assez fine de la roche, tantôt en brun foncé, tantôt en blanc sur le fond café au lait.

Ces bancs, comme les précédents, mais encore plus régulièrement, séparés par de petits lits grumeleux détritiques, où quelquefois le rose se mêle au jaune et au blanc crayeux, peuvent aussi, comme les autres, se présenter tantôt sous forme de marno-cal-

1. Course du 5 septembre. Carrière sur la route de Cabris, en dessous de la Poudrière.

2. Course du 6 septembre, sur la route de Ferrier, avant le K. 25.

caires à miches rondes, tantôt de belle pierre de taille, susceptible d'exploitation.

c) Vers le haut, ils prennent un aspect particulièrement esquilleux de plaquettes très irrégulières à bords amincis, montrant souvent, accolées à leur surface, des valves noires nacrées d'*Ostrea sandalina* Goldf. [1] et laissant se détacher de nombreux moules de Pholadomyes, avec de jolies *O. costata* Sow. et quelques autres fossiles, parmi lesquels leur paraît bien spécial *Eudesia cardium* Desh. sp. Ce fossile cependant se récolte encore, avec tous les autres, plus haut, dans un calcaire d'ailleurs identique, séparé du précédent par un lit de dolomie jaune clair, dont le grain cristallin très fin a conservé, contrairement à presque toutes les autres dolomies de la région, des empreintes assez nombreuses et jolies de fossiles divers.

Tandis que ce banc dolomitique forme dans le Bathonien, partout où celui-ci se présente en section un peu oblique, une dépression analogue à celle des deux bancs bruns inférieurs, mais d'un jaune plus clair, le banc calcaire supérieur dessine au contraire souvent un relief résistant, et peut, quelquefois même, là où l'horizontalité de son affleurement n'a pas augmenté sa schistosité et accentué son allure de dalles craquelées, imiter l'aspect presque gréseux de l'oolithe grise bajocienne, la compacité finement oolithique de sa pâte piquée d'articles d'Encrines, et la saillie en files parallèles des bords tranchants de ses bancs, amincis en lames aiguës.

d) C'est à la base de ce niveau, si ce n'est même au niveau inférieur, qu'il faut rapporter une grossière oolithe dolomitique caverneuse qui s'observe au quartier du Courbon, à Saint-Cézaire (A. M.) et d'où les actions météoriques détachent superficiellement une jolie petite Rhynchonelle qui, quoique rencontrée en compagnie d'une forme à peine distincte de la *Rh. Hopkinsi* M'Coy et d'autres fossiles du niveau précédemment décrit, n'a pu être différenciée de la *Rh. elegantula* Bouch, réputée jusqu'ici toujours supérieure et non inférieure au niveau à *Rh. decorata* Schl. sp. Plus ce fait local paraissait sujet à caution [2] et plus ont été multipliées les

1. Course du 5 septembre, à l'amorce du sentier des Luchons de Cabris.

2. Remarquons que, dans une note récente (*Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XXVIII, p. 161; 1899) sur la Grande Oolithe du Wast dans le Boulonnais, M. Parent place les couches à *Rhynchonella Hopkinsi* (Grande Oolithe) *au-dessous* de l'assise à *Rh. elegantula*, qui comprend elle-même un calcaire dur à *Rh. decorata* (?); cet ensemble supporte le Cornbrash à *Ter. lagenalis*. De plus il ressort de ses coupes que le niveau de *Rhynch. decorata*, type et

vérifications qui, matériellement, n'ont fait que le confirmer toujours davantage [1].

e) Au-dessus du niveau mi-dolomitique à *Eudesia cardium* s'observe assez souvent un assez gros banc de franches dolomies, assez important pour que M. Guébhard ait cru pouvoir, dans ses précédentes publications cartographiques, le distinguer par un indice de toute la masse subordonnée tout en le groupant avec celle-ci sous le symbole J_{III}, devenu J^{D}_{III}. En réalité, les dernières vérifications ont établi que ces dolomies n'étaient qu'un faciès inférieur ou même simplement latéral du niveau à *Rhynchonella decorata* Schl. sp. et contenaient encore souvent ce même fossile [2]. D'où la nécessité, dans les tracés revisés, d'enlever à la bande du J_{III} par le haut à peu près ce qu'il convient de lui ajouter par le bas, aux places où le banc brun avait été indûment annexé au Bajocien.

f) Le niveau proprement dit à *Rh. decorata* se présente sous la forme d'un calcaire marbreux de pâte tellement homogène et tellement fine, quoique tachetée d'ocre sur fond gris jaune, qu'il est partout recherché par les carriers comme pierre de taille, spécialement lorsqu'il s'agit d'obtenir de grosses pièces, telles que bassins de fontaines, etc. Là même où n'est pas visible le lit superficiel tout incrusté de Rhynchonelles plus ou moins déformées [3], qui sert

variétés, est situé entre la Grande Oolithe et l'assise à *Rhynch. elegantula* (*loc. cit.* p. 168) formant passage entre la première de ces assises et le Bathonien supérieur.

. *Ostrea costata* se rencontre fréquemment, dans la « Grande Oolithe » (zone à *Cosmoceras subfurcatum*) de la vallée du Rhin, c'est-à-dire dans le Bathonien inférieur, quoique souvent aussi dans le Bathonien supérieur.

Quant à *Eudesia cardium*, ce Brachiopode a, il est vrai, son niveau habituel dans le Bathonien supérieur (Bradford-clay) ainsi que *Anabacia orbulites* qui abonde dans les marnes du Jarnisy en Lorraine.

L'ensemble de la faune de notre assise inférieure présenterait donc, à première vue, dans les Préalpes Maritimes, une sorte d'anomalie, étant donné l'horizon constant qu'occupe dans l'assise moyenne *Rhynch. decorata*; mais après avoir examiné les échantillons recueillis par M. Guébhard, nous croyons qu'il ne s'agit pas de la forme type de cette espèce, mais d'une *mutation un peu plus récente*, passant à *Rh. elegantula* et occupant un niveau plus élevé que la *Rh. decorata* typique du bassin de Paris. — W. K.

1. Dans la localité citée, il faut remonter encore assez haut le chemin du hameau des Bergeries à Saint-Cézaire pour arriver à la *Rh. decorata* et, malgré la rencontre intermédiaire d'un lambeau de brèche récente, rien n'indique une discontinuité quelconque dans les superpositions.

2. Au haut de la coupe de Cartinet, dans la barre dolomitique qui domine le vieux *jas* ruiné sous le chemin de la Tire, au flanc sud de la montagne de Lauteron.

3. Course du 5 septembre. Au dessus de la Poudrière de Roquevignon.

de repère aux exploitants, on reconnaîtrait la roche aux saillies verruqueuses que fait ressortir l'érosion et dans lesquelles se distingue, avec quelque attention, le moulage cristallin du fossile caractéristique, accompagné de très grandes et nombreuses Nérinées ou coquilles analogues.

g) D'ailleurs ce banc est toujours suivi d'un autre, marno-calcaire grumeleux, panaché de jaune clair et de blanc crayeux, qui, quoique identique d'apparence avec les bancs détritiques que nous avons vus se répéter plusieurs fois plus bas, forme à cette hauteur plus grande un jalon caractérisé.

h) Plus caractéristique encore, si possible, est, au dessus, un banc de calcaire en dalles, à pâte fine, couleur café au lait, tout criblé de *piquetures cristallines* transparentes, qui doivent, malgré leur petitesse, à peine millimétrique, représenter des emplacements de coquilles, aussi bien que les taches plus grandes que montre un gros banc inférieur.

i) Au-dessus, une petite épaisseur de dolomie tendre alterne plusieurs fois avec des bancs calcaires, toujours café au lait, tachetés d'ocre, marquant la fin de ce qui a été, dans les cartes de M. Guébhard, groupé sous la lettre J_{II}.

j) La lettre J_{I}, à tort ou à raison, a été spécialisée à la *grosse barre de dolomies* qui, dans toute la région, sans exception, forme d'une manière toujours très apparente, la ligne de séparation du Jurassique inférieur et de tout ce qui le surmonte. Quoiqu'on n'y trouve en général aucune trace de fossiles, ces dolomies supra-bathoniennes se reconnaissent pourtant assez facilement, même de loin, à leur aptitude à former partout des alignements tabulaires de mégalithes ruiniformes [1], détachant leurs silhouettes noires et leurs corniches singulières au milieu de tous les autres niveaux, chez qui c'est beaucoup plus par les inégalités de la corrosion que par des ruptures de stratification, que se forment, par taches irrégulières et non par files allongées, au milieu des calcaires moins pénétrés de magnésie, les îlots dolomitiques, tels que le monolithe portlandien des Planestels, à l'entrée de la plaine de Caussols et l'extraordinaire chaos virgulien des Claps, sous Escragnolles [2], à la naissance de la montagne de Briasq. Les dolomies supérieures du Bathonien forment au contraire un horizon absolument constant au milieu du Jurassique de toute la région,

1. Course du 5 septembre; les *Luchous* de Cabris, p. 540, fig. 11.
2. Course du 7 septembre.

qu'elles séparent, par le milieu, en deux parties distinctes, ce qui explique l'attribution peut-être trop exclusive qui lui fut faite par M. Guébhard du symbole J_1.

2. **Coupes naturelles.** — a) Une magnifique coupe très détaillée est offerte par le versant N.O. de la montagne de Lauteron, que longe horizontalement, un peu plus bas, le chemin vicinal n° 1 de St-Vallier à Cabris. Encore ne faudrait-il pas, si ce n'est pour certains détails qui s'y voient mieux étalés, se contenter de suivre ce chemin, car il montre à une certaine place un petit retour de couches et une légère altération des pendages assez embarrassants. Il faut, une fois dépassé le petit pont du ravin d'Arboin et la section tout à fait typique qu'y montrent les bancs calloviens, s'élever à mi-coteau, en tirant vers l'est, jusqu'à ce que la vue d'une crête qui semble, de là, former l'arête remontante de la montagne, permette de se repérer sûrement sur un petit *baou*, éminence de rocs dolomitiques en saillie, dominant, du milieu de la petite barre supra-bathonienne qui limite cadastralement le quartier du Grafionier, la dépression méridionale du quartier de Fougassoun.

Tectoniquement cette dépression est due à l'érosion, par section très oblique, d'une chute de voûte ellipsoïdale très surbaissée, qui, étant constituée précisément par le Bathonien, montre en une série d'ellipses homofocales parfaitement dessinées, la coupe profonde de l'emboîtement d'écailles courbes en demi-coquilles d'œuf, au centre desquelles, en guise de jaune, pointera la jaune dolomie inférieure. Le plan de coupure étant légèrement plongeant au sud, la bordure nord est la plus relevée, et nous n'aurons qu'à la descendre pour noter, banc par banc, de haut en bas, la succession suivante :

Barre supérieure de Dolomies.

Calcaire café au lait à taches ocreuses, avec intercalation, vers le milieu, de quelques petits îlots dolomitiques.
Dolomie tendre, formant dépression.
Calcaire piqueté de petites taches cristallines.
Gros banc de calcaire fin.
Banc granuleux-marneux blanchâtre, tacheté de jaune-clair.

Rh. decorata { Gros banc de calcaire fin à saillies verruqueuses cristallines, sections de Nérinées et *Rhynchonella decorata*.
Gros banc de dolomies. }

Ostrea (Alectryonia) costata	*Eudesia cardium*	Petite barre de bancs fendillés, d'un calcaire gris très dur, quasi gréseux, lumachelle de fins débris, encrines en saillie.
		Calcaire dolomitique jaune-clair, recouvert supérieurement de petites Huîtres, Pholadomyes, etc., provenant en partie du banc superposé.
		Calcaire esquilleux analogue au précédent.
	Coraux	Alternances répétées de calcaires durs, à surfaces de lits criblées de perforations vacuolaires ou d'empreintes guttiformes, à taches ocreuses intérieurement, rubigineuses à la surface, teinte jaune foncée prédominante, avec des marno-calcaires en miches à délits grumeleux détritiques, panachés de blanc et de jaune clair, ou de rose vers le bas, où se montre un banc calcaire compact finement oolithique, tout sillonné d'arborescences corallines.
	Rh. Hopkinsi	Grande épaisseur de Dolomie jaune à taches vineuses, argilo-sableuse à la partie supérieure, délitée en menus fragments vers le bas.

b) Dans la coupe de Fougassoun, le niveau à *Rh. Hopkinsi* tout entier n'est représenté que par des dolomies, absolument sans fossiles. Mais il suffit de pousser un peu plus loin au Sud sur la route de Cabris, pour retrouver, grâce aux mouvements tectoniques très compliqués dont toute la région a été le théâtre, une nouvelle coupe très complète du Bathonien, étalée sur le flanc S. de la montagne de Lauteron, à partir des dolomies supérieures, qui infligent à la route, déjà très mauvaise, un pire lacet. Tandis qu'on aperçoit à l'E., marquée par un pin solitaire, la dépression de la Planche longue de Cartinet, correspondant au *banc jaune supérieur*, on ne tarde pas à recouper celui-ci au bord du chemin où se peuvent recueillir de nombreuses Pholadomyes, avec *Eudesia cardium* dessus et dessous ; puis les *bancs perforés*, ici très compacts, et exploités surtout vers le bas, dans la masse à vermiculations corallines.

Immédiatement au dessous se voit la dépression du *banc brun supérieur*, se poursuivant fort loin à l'est, et donnant, à une petite chute du ravin de Cartinet, de nombreuses *O. costata* et *sandalina*, qui ont dû être cause, jadis, de nombreuses confusions avec l'horizon, bien supérieur, du banc jaune de la Planche longue.

Puis le calcaire marneux qui, à côté de la route même, au voisinage d'un cabanon de carriers abandonné et d'un ancien jas bâti sur le banc brun, a fourni quelques jolis fossiles. Après plusieurs bancs analogues, mais trop durs, paraît enfin le *banc brun inférieur*, presque tout de suite envahi de dolomie, mais, à

quelques pas à l'E. pleinement développé et reposant, par un mince lit d'argile verdâtre, sur le Bajocien caractérisé.

c) On le voit, la *zone brune* est très polymorphe, et ce n'est qu'en rapprochant avec les précédentes les coupes beaucoup plus fossilifères que donnent, entre autres, la route de Grasse à Cabris, entre son amorce sur la route nationale 85 et la Poudrière de Roquevignon [1], et celle de la Sarrée, le long de la route de Gourdon [2] que l'on arrive à justifier le nom de zone à *Rh. Hopkinsi* et à se convaincre que, jusqu'au plus bas, l'*O. costata*, au lieu de servir de criterium, doit, par ses multiples réapparitions, susciter la méfiance.

d) A citer encore, pour le Bathonien inférieur, dans ses rapports avec le Bajocien, la coupe du haut du ravin de la Gardette, sur le dôme de Paracou, au N. de Saint-Vallier.

e) Enfin, à l'extrémité E. de la cuvette de Saint-Cézaire, le relèvement périsynclinal du Bathonien, entre les quartiers de la Graou et du Brusquet, donne une coupe circulaire presque horizontale très large, mais, à cause de cela même, trop étalée pour être favorable à l'étude des superpositions.

3. **Gisements fossilifères.** — a) Par contre, et pour la même raison, c'est un excellent endroit pour la recherche des Pholadomyes, dont il faut cependant remuer un grand nombre avant d'en pouvoir emporter une pas trop émoussée. Heureusement elles se montrent encore ailleurs, presque partout où l'horizon affleure, et, avec elles, les *O. costata* Sow. sp. et *O. sandalina* Goldf. [3].

b) Ces dernières, outre les points où nous les avons déjà citées, se trouvent, avec *Rh. Hopkinsi* M'Coy et des Polypiers admirablement conservés [4], dans un banc argileux verdâtre qui forme le talus d'un chemin charretier se détachant, en dessous de la poudrière de Roquevignon, de la route de Cabris pour conduire, par-dessus la carrière du Bathonien inférieur qui borde la route, à d'autres carrières du niveau à Pholadomyes.

c) La *Rh. Hopkinsi* M'Coy se trouve dans un banc argileux tout à fait analogue, à la Sarrée, au k. 15,7 de la route de Gourdon, et en divers points du plateau, dont le fond synclinal est formé par les bancs bruns très étalés. On la retrouve en dessous du

1. Course du 5 septembre.
2. Course du 8 septembre.
3. Course du 5 septembre, à la descente des Luchous.
4. Voir plus loin l'étude de M. F. Koby et les planches LI à LVI.

Camp du Bois, à l'E. de Châteauneuf et elle a été signalée par M. H. Ambayrac à l'entrée des gorges du Loup [1].

d) Un peu à l'E. du sommet du Prignon, au N. de St-Cézaire, a été recueilli autrefois *Anabacia orbulites* Lamouroux avec des *Rh. Hopkinsi* M'Coy, petite forme, et quelques petits Echinides réguliers. C'est, sans doute, à l'un des deux *bancs bruns* et probablement au supérieur que doit se rapporter ce gisement, ainsi que d'autres à petites Rhynchonelles analogues : à la descente méridionale du quartier du Pas de l'Aï à Roquefort ; derrière la cabane du champ de tir de Grasse ; au quartier des Baumettes de Callian (Var) ; au col de Maupas, de St-Cézaire ; au plancher d'un abri sous roche, en dessous de l'extrémité du plateau de la Maline, regardant au N. les gorges de la Siagne et celles de la Siagnole d'Escragnolles ; et enfin, en un dernier point, qui avait été jadis attribué au Bajocien, ainsi qu'un autre de Sous les Galles de Mons (Var), sur le sentier de Magagnosc à Caussols, à la traversée des Souquettes, en face St-Christophe. Cependant, comme une petite Rhynchonelle analogue mais qui n'a pu être encore spécifiée, a été recueillie sûrement au dessus du *Rh. decorata*, dans les dolomies supérieures de Fougassoun et des Biens Chauds de Saint-Vallier, il y aura peut-être lieu de faire un départ nouveau entre ces gisements, cités aujourd'hui pour mémoire, mais qui avaient toujours paru, sur le moment, assez inférieurs pour pouvoir être rattachés au niveau où a été trouvée la Rhynchonelle en question, à la Sarrée et à l'Agast de Cabris.

e) L'horizon, supérieur, à *Rhynchonella decorata*, toujours signalé par des carrières, montre en de nombreux endroits, comme au dessus de la Poudrière de Grasse [2], son lit interstitiel entièrement pétri de coquilles, de toutes tailles et avec test,

1. H. Ambayrac. Ligne de Nice à Grasse, p. 30. Le même auteur la cite encore (p. 25), avec *Rh. elegantula*, dans les bancs *inférieurs* du Bathonien fossilifère observable à l'intersection du chemin de fer du Sud avec la vieille route de Grasse à Vence, près du Collet de St-Antoine, à l'E. de la halte des Vallettes. Quant à la *Rh. decorata* que le même auteur cite (*B. S. G. F.*, (4), II, 717 ; 1902) « vers la Cagne, au Pont de la Lubiane », comme attestant l'existence de niveaux du Jurassique inférieur, dont les plus proches représentants se trouvent en réalité, à 4 k. au N., dans les barres des hauts plateaux, ou à 10 km. au S.O., dans les plaines de Roquefort, (les dolomies de la Gaude étant exclusivement portlandiennes-virguliennes) j'ai pu constater qu'il s'agissait d'une Rhynchonelle d'aussi belle taille, il est vrai, que la *Rh. decorata* mais de forme tout à fait différente, semblable à d'autres encore indéterminées, recueillies en nombre et en place dans un remarquable gisement de Gault ou Cénomanien inférieur, juste au-dessus du Pont de la Cagne, au lieu dit Pountantchoun de Vence.

2. Course du 5 septembre.

mais rarement exemptes de déformations et souvent empâtées d'un encroûtement stalagmitique rougeâtre qui recouvre les bancs d'une lèpre de tubérosités irrégulières.

En fait d'autres gisements, on peut citer une petite exploitation abandonnée en dehors du mur du Clos Amic, près de l'angle N.O. Une réapparition à l'intérieur du parc boisé est beaucoup plus difficile à trouver. A Saint-Cézaire on faisait autrefois de bonnes récoltes à la carrière des Fourches, à l'E. du village. Sur la route de Grasse à Saint-Vallier de grandes plaques couvertes de Rhynchonelles se découvrent assez singulièrement à quelques pas de calcaire portlandien, au dessus d'une petite tache labradoritique, près du km. 40. A côté des Luchous de Cabris, le voisinage du puits des Cannebières fournit quelques échantillons détachés.

f) Il semble bien, d'après les conclusions de l'étude paléontologique de M. Cossmann, développées plus loin à part, que c'est à ce niveau supérieur, et non à un plus inférieur, comme aurait incliné à le croire M. Guébhard, d'après la coupe, d'ailleurs très peu claire, d'un endroit très tourmenté, qu'il faut rapporter le remarquable, et jusqu'à présent tout à fait unique, gisement de fossiles bathoniens à l'état détaché, découvert sur la route de Bramafan à Courmes, un peu avant le petit coude que fait la montée pour traverser le ravin des Combes en recoupant un cap dolomitique marqué d'une croix (Pl. XXXVII). Dans plusieurs lits marneux, malheureusement de très petite étendue, abondent, si on les trie au tamis, des fossiles, dont plusieurs nouveaux (Pl. XLVI-XLVII).

4. Diagnose lithologique. — a) Les roches dolomitiques sont toujours très difficiles à distinguer les unes des autres. Cependant nous avons déjà noté un caractère de stratification qui permet en général de reconnaître l'horizon supérieur, à l'allure générale de ses alignements et aux traces persistantes de litage par entablement, qui donnent à ses découpures les plus fantaisistes un aspect construit et ruiniforme très commun.

Un caractère qui n'est peut-être point spécial, mais en tout cas très fréquent à la base de l'horizon à *Rh. decorata*, est celui d'oolithe difforme que révèle l'érosion superficielle en creusant toute la surface d'un réseau de lignes entrecroisées, contre-partie de l'évidement lacunaire des cargneules, qui mérita à cette roche dès l'origine, à cause de son aspect cloisonné de cuir de crocodile, le nom improvisé de *dolomie réticulée*. D'autre part, la délitescence sableuse [1] semble être aussi beaucoup plus particulière à ce

1. Course du 7 septembre, Col de La Faye.

niveau que les petites criblures vacuolaires ressemblant à des soufflures, qui, dans d'autres dolomies, donnent souvent un faux aspect lavoïde de produit igné au précipitat possible d'une double décomposition aqueuse effervescente, ou plutôt au résidu de dissolution de sphérules oolithiques au sein d'une matrice moins soluble.

b) La répétition du faciès marno-calcaire détritique, à miches jaunes claires et gravats blancs semblables à des plâtras, visible une fois en dessus de la *Rh. decorata*, et nombre de fois en dessous, et même encore en dessous de *Rh. Hopkinsi*, peut être la source de bien des fautes de repérage. Seule la trouvaille de fossiles mieux caractérisés que l'*Alectryonia costata* et *O. sandalina*, qui se répètent elles-mêmes trop fréquemment, peut fournir quelques indications, là où ne suffisent pas les relativités de positions.

Les fossiles cependant peuvent eux-mêmes n'être pas immédiatement décisifs ; car on a vu, par exemple, Coquand, annoncer comme virgulienne [1] une faune du Vallon des Seuves, près de Biot, qu'il dut reconnaître plus tard [2] bathonienne.

Quant à une confusion de ces calcaires grumeleux avec certains bancs lacustres qui affectent un délit tout analogue, la stratigraphie, en général, la rend impossible, quoique à Mauvans, par exemple [3], on voie presque en contact les deux roches d'âges si distincts.

c) Les bancs calcaires soit du niveau à *Rh. decorata* soit des alternances inférieures, peuvent, à leur cassure grise tachetée d'ocre ou de rouille, et aussi au relief verruqueux de moules cristallisés de fossiles sur la tranche des bancs, assez bien se confondre entre eux, quoique le piquetage de trous petits ou gros, ou tout au moins le semis d'empreintes guttiformes sur le plat des bancs, toujours largement barbouillés de bavures rubigineuses, pour le bas ; les sections caractéristiques de la grosse Rhynchonelle, même en l'absence du lit de fossiles, pour le haut, suffisent en général à préciser le niveau.

Ils suffisent aussi à éviter toute confusion avec d'autres portions du Jurassique. Mais nous verrons que la réciproque n'est pas vraie et que de l'Oxfordien, par exemple, a très bien pu être pris pour du Bathonien.

1. H. Coquand, Sur l'existence du Kiméridgien dans les Alpes-Maritimes, *B. S. G. F.*, (2), XXVII, p. 499 ; 1870.
2. H. Coquand, Sur le Klippenkalk des A. M., *B. S. G. F.*, (2), XXVIII, p. 214 ; 1871.
3. Course du 5 septembre.

Mentionnons seulement pour mémoire une exceptionnelle ressemblance avec du... Néocomien ! mais toute locale, à la retombée au bord de la Siagne, de la grande voûte de Bathonien inférieur dont occupe le noyau la propriété des Cannebières de Mons, seul point de ravitaillement actuellement utilisable pour l'exploration du célèbre gisement de Castéou d'Infer.

d) L'épaisseur toujours assez importante (3 à 4 m.) du calcaire gris dur à aspect presque gréseux de fine lumachelle oolithique, peut donner naissance à des confusions avec les deux horizons analogues que nous avons décrits, l'un au haut, l'autre au bas du Bajocien. Cependant les Encrines et spicules d'Oursins y paraissent moins abondantes, et la section plutôt gris-fer que jaune-brun, ne montre guère que la rugosité d'un grès presque siliceux et point le tachetage régulier des sphérules d'oolithe.

e) A part cela, ce banc forme, vers le milieu du Bathonien, un repère presque aussi net que, plus haut, le banc de *calcaire piqueté*, au-dessus de *Rhynch. decorata*. Ce dernier banc est, quant à lui, absolument caractéristique ; car, si un piquetage cristallin analogue se retrouve dans la partie la plus supérieure du Jurassique et vers la base du Bathonien, c'est dans le second cas, avec des marbrures rosées et un fond jaune foncé particuliers, et, dans le premier, avec un fond de pâte beaucoup plus clair, et sur un gris moins teinté de jaune que ne l'est toujours celui du Bathonien.

5. **Orographie. Culture.** — a) C'est exclusivement dans leurs parties dolomitisées, et encore dans les portions localement attendries, que le Bathonien se prête à quelque culture. Là où n'affleurent à plat que les bancs argilo-marneux de la partie inférieure, on n'a guère que de vastes déserts jaunes, comme le plateau du Bois d'Amon, entre le Prignon de Saint-Cézaire et les Luchous de Cabris, où se montrent clairsemées même les humbles plantes dont sont faits ce qu'on appelle les « pâturages » du pays, petites touffes au feuillage gris, de loin confondues dans la grisaille de la pierre, mais de près embaumant l'air : la lavande, le thym, la sarriette, ou, sans parfum, l'*Euphorbia spinosa* L., si sèche qu'on en fait récolte pour allume-feux.

Si quelque oasis se détache sur cette nudité, l'on peut être sûr que c'est un accident tectonique qui en atténue l'aridité, comme font ici, autour de la Bastide Bounin de l'Etat-major, ou sur tout le plateau des Tirasses de St-Cézaire, les apparitions, toujours accompagnées de puits, de lambeaux supérieurs discordants, jurassiques et pontiens.

Il y a bien un horizon de puits à la base même du Bathonien, dessiné par les lits argileux de l'horizon souvent dolomitisé à *Rhynch. Hopkinsi*. Mais ce ne sont jamais, en réalité, que de simples citernes temporaires, souvent à sec, alimentées par les égouts superficiels intermittents et point par des filtrations souterraines permanentes [1].

D'une manière générale, ce n'est que dans les parties avancées et sur le palier inférieur des Préalpes que se montre, en affleurements de quelque étendue, le Bathonien. Et si parfois ses parties calcaires elles-mêmes ont été, comme aux environs de St-Cézaire, enclavées dans des exploitations agricoles, ce n'a jamais été qu'un résultat du courageux effort du paysan méridional, qui sait, là où ne semble apparaître que de mauvaise pierre, en faire surgir de plus ou moins bonne terre, en faisant sauter, à grand renfort de pic ou de mines, la roche dure, pour extraire de ses fentes les petites veines rougeâtres d'humus de décalcification et les accumuler, dans les parties défoncées, en *planches* que surpassent souvent en largeur les basses murailles séparatives formées par l'accumulation des débris rocheux, sur lesquels s'étaleront, en espaliers horizontaux, les longs sarments de vignes foisonnantes.

b) A presque tous les niveaux, le Bathonien peut offrir de bonne pierre de taille. Les hauteurs au-dessus de Roquevignon sont particulièrement exploitées à cause du voisinage de Grasse et offrent une série de coupes intéressantes.

6. Liste des fossiles recueillis dans le Bathonien

Ces fossiles se répartissent sur les trois niveaux suivants :

a) *Horizon fossilifère inférieur* (dolomitique argileux).
b) *Horizon fossilifère moyen* (calcaire quelquefois dolomitisé).
c) *Horizon supérieur* (dolomitique).

Serpula sp.
Ammonites sp. indéterminable ;
Nerinea bathonica Rig. et Sauv. var. *scaliformis* Piette (assez fréquent ;
— (*Bactroptyxis*) *subbruntrutana* d'Orb. sp. ;
Bourguetia sp. ;
Purpuroidea sp. ;
Natica globosa Roem. ;
— cf. *ranvillensis* d'Orb. ;

1. Course du 6 septembre : petit puisard du bord de la montée de Ferrier.

Natica sp. ;
Rostellaria (?) sp. ;
Pholadomya socialis Morr. et Lyc. ;
— *Murchisoni* Sow. (*in* Moesch.) commun (= *Phol. Heraulti* Ag.) ;
— *Murchisoni* Sow. (type) en beaux échantillons (horizon inférieur) ;
— sp. indéterminable ;
— cf. *ovulum* Ag. ;
— sp. ;
Ceromya concentrica Sow. (horizon inférieur, notamment à Clarette, près Grasse) ;
— sp. (Cabris-Brusquet, Cartinet) ;
Homomya Vezelayi (Lajoye) d'Arch. ;
— *gibbosa* Sow. ;
Goniomya sp. ;
— *trapezicosta* Pusch. ;
Pleuromya sp. ;
Mactromya sp. ;
— cf. *mactroides* (d'Orb.) Ag. ;
Isocardia cf. *cordata* Buckm. ;
Thracia undulata Schlippe (espèce du Cornbrash d'Alsace) ;
Cypricardia sp., cf. *Loweana* Morr. et Lyc. ;
— sp. ;
Cyprina cf. *trapeziformis* (Roem.) Morr. et Lyc. :
Macrodon (*Beushausenia*) sp., cf. *hirsonense* (= *Cucullæa elongata* Sow.) ;
Lucina sp., cf. *bellona* d'Orb. (horizon de base ; Cabris-Brusquet, assez commune).
Cardium sp. ;
Corbis Lajoyei d'Arch. ;
— sp. voisin de *Lycetti* de Lor. (horizon de base ; Cabris-Cartinet Brusquet) ;
Trigonia duplicata Sow ;
Lima (*Plagiostoma*) *Annonii* Merian (forme voisine de *Lima semicircularis* de Loriol (*non* Goldfuss) ; horizon inférieur ;
— sp., (groupe de *L. semicircularis* Morr. et Lyc. (*non* Goldf.) commun ;
— *semicircularis* Goldf.
— *subrigidula* Schlippe ;
— cf. *strigillata* Laube ;
— *bellula* Morr. et Lyc. ;
— sp. indéterminable.
— sp. ;
Limatula cf. *helvetica* Opp. ;
Modiola Lonsdalei Morr. et Lyc. ;
Mytilus asper Sow., horizon inférieur ;

Mytilus Laitmairensis de Lor. ;
Pecten (*Camptonectes*) *rigidus* Sow., variété rappelant le *P. arcuatus* Sow. du Crétacé ; horizon inférieur ;
— — cf. *laminatus* Sow., horizon inférieur ;
— — *arcuatus* Sow. ;
— — *lens* Sow. (Goldf.) ; horizon inférieur ;
— — du groupe de *P. lens* ;
— (*Chlamys*) *retiferus* Morr. et Lyc. (espèce de Cornbrash) ; horizon inférieur ;
— (*Æquipecten*) cf. *strictus* Münst. ; horizon inférieur ;
Placunopsis oblonga Laube ;
Alectryonia (*Lopha*) *costata* Sow. sp. (non *O. costata* (Sow.) Goldfuss = *O. Knorri*). Beaux échantillons très typiques et très abondants de l'horizon inférieur. Saint-Vallier-Lauteron, Antibes-Passable, Grasse-Roquevignon.

Sowerby (*Min. Conch.*, Pl. 488,5) figure les deux valves de cette espèce, valves qu'un examen superficiel peut facilement faire considérer comme représentant deux espèces distinctes. Ces deux valves se rencontrent dans les mêmes bancs ; l'une d'elles rappelle vivement ce que Goldfuss a figuré sous le nom de *Ostrea rugosa* Münst. (d'Osterkappeln). M. de Loriol (Couches à *Mytilus* des Alpes vaudoises) a décrit et figuré des exemplaires très voisins des nôtres et présentant les mêmes variations. Il en est de même de M. Schlippe qui l'a bien interprétée; une de nos variétés est identique à celle qu'a figurée cet auteur, Pl. 1, fig. 12.

Cette espèce est l'une des plus caractéristiques du Bathonien de la région. Elle se trouve aussi plus au Nord, dans le Dogger intraalpin du Briançonnais où elle forme lumachelle, ainsi que dans les Alpes vaudoises.

— *gregarea* Sow. sp. ;
— sp. jeune *Al. Marshi* Sow. sp., passant à *Al. tuberosa* Goldf. sp. ;
— *Marshi* Sow., sp. Quelques petits exemplaires et d'autres de plus grande taille ;
— *crenata* Goldf. sp. ;
Ostrea cf. *sandalina* Goldf. Nous désignons sous ce nom une Huître extrêmement fréquente dans la région et que, dans beaucoup de collections, on confond volontiers avec *Ostrea obscura* Sow., que d'Orbigny (Prodrome) cite de Roquevignon près de Grasse. M. Schlippe considère cette espèce comme appartenant à un autre étage du Jurassique. M. Greppin la cite cependant du Bajocien supérieur des environs de Bâle. Les échantillons provenant de notre horizon inférieur, sont

absolument identiques aux figures de Goldfuss (Petref. Germ. Pl. LXXIX, fig. 9); très commune. (Saint-Cézaire, Col de Maupas, etc.);

Ostrea cf. *obscura* Sow. Quelques échantillons se rapprochant de cette forme;

— cf. *Vuargnensis* de Loriol; horizon inférieur;

— *tuberosa* Münst. *in* Goldf. Formes très voisines de cette espèce et variétés passant à *O. falciformis* Goldf., *O. striata* (Münst.) Goldf.;

— *eduliformis* Zit. Horizon inférieur;

— (*Exogyra*) *reniformis* Goldf. Horizon inférieur;

Gryphæa (*Pycnodonta*) *sublobata* Desh. sp. (= *G. Phædra* Chap. et Dew.) rappelant la figure donnée de cette espèce par Greppin (Baj. sup. des env. de Bâle, Pl. XVI, fig. 11). Un exemplaire de Grasse près la Poudrière de Roquevignon. Horizon inférieur.

Eudesia cardium Desh. sp., commun en certains points, mais rare en général. Horizon moyen;

Terebratula sp. Horizon moyen;

Rhynchonella Orbignyana Oppel. (*in* de Loriol: *C.* à *Mytilus*). Un exemplaire, La Sarrée.

— *Hopkinsi* M'Coy (Davidson, Brit. foss. Brach. Appendix A, fig. 23-26). Cette forme se trouve en exemplaires très nets dans l'horizon inférieur, mais la plupart des échantillons que nous rapportons à cette espèce ne sont pas absolument typiques et appartiennent au groupe *Hopkinsi-decorata*, présentant des formes intermédiaires entre ces deux espèces, sans qu'on puisse les identifier d'une façon rigoureuse à l'une ou à l'autre; c'est le cas notamment pour une *variété à côtes plus grossières* (St-Cézairé-Courbon) de *Rh. Hopkinsi*. La *variété à côtes fines* de cette espèce a été recueillie également près de Nice par M. Maury; elle existe aussi à Roquevignon près Grasse;

— *Hopkinsi*. Forme passant à *Rh. elegantula* Bouch. Cabris-Cartinet;

— *subdecorata* Dav.;

— cf. *decorata* Schl. sp., passage à *Rh. Hopkinsi*; cette forme a ses côtes beaucoup plus serrées vers la région cardinale que le type de *Rh. decorata*; les côtes ne deviennent larges et espacées que relativement tard. (Par ses jeunes, notre forme se relie à *Rh. elegantula*). *Aucun des exemplaires recueillis ne présente des côtes aussi larges et aussi peu nombreuses que le type de l'espèce*. Horizon moyen. Surtout abondante au Clos Amic près de Grasse;

— intermédiaire entre *Rh. elegantula* et *decorata*. Nom-

breux et très beaux échantillons ; horizon moyen ; dans le même banc que la précédente ;

Rhynchonella elegantula Bouch. ; (Saint-Cézaire-Courbon). Horizon inférieur, avec *Rh. Hopkinsi*, *sous* les couches à *Alect. costata* et Pholadomyes et, par conséquent, plus bas que *Rh. decorata*.

M. H. Douvillé nous fait justement remarquer (*in litteris*) que le groupe *Rh. Hopkinsi-decorata* et la *Rh. elegantula* caractérisent, dans le Nord, le Bathonien moyen et le Bathonien supérieur. Ces formes semblent avoir apparu *plus tôt* dans les Alpes-Maritimes et le Var, où elles sont *reliées entre elles* par de nombreuses variétés intermédiaires. Il semble qu'il y ait là une souche commune et nous inclinons à croire que les trois espèces ne se sont nettement différenciées qu'en émigrant vers le Nord. Les très nombreux échantillons que nous avons examinés et que M. Guébhard a recueillis avec tant de patience paraissent n'être que des variétés ou des races d'un type commun. Cependant il se peut qu'il n'y ait là qu'une question de faciès ; les faits intéressants à retenir sont la liaison évidente entre les trois espèces précitées dans les Préalpes Maritimes et la présence de *Rh. elegantula* à un niveau inférieur à celui où pullulent dans cette région les formes du groupe *Hopkinsi-decorata* ;

— sp., formes intermédiaires entre *Rh. subdecorata* Dav., *Rh. decorata* Schl. sp. et *Rh. Hopkinsi* M'Coy ;

— sp. indét. Horizon supérieur.

Bryozoaires variés ;

Rhabdocidaris sp., horizon inférieur ;

Gymnocidaris (*Asterocidaris*) *minor* Cott. de Valauris (A.-M.) ;

Pseudodiadema petit, indéterminable, du banc jaune à *Eudesia cardium* subordonné aux Dolomies qui supportent le banc à *Rhynchonella decorata* ; horizon moyen ;

Stomechinus sp., horizon inférieur ;

Pedina sp. ; horizon inférieur ;

Pygurus Michelini Cott. La Sarrée. Horizon inférieur ;

Acrosalenia nov. sp. Saint-Cézaire, Courbon.

Anabacia orbulites Lamouroux (Goldf. Petr. Germ. Pl. XIV, fig. 1) ;

Discocœnia conoidea Koby, nov. sp. (Pl. LVI, fig. 3-6) [1] ;

Ceratocœnia tenuis Koby, nov. sp. (Pl. LV, fig. 4) ;

Stylosmilia Fromenteli Koby, nov. sp. (Pl. LIII, fig. 2-3) ;

Convexastrea Kiliani Koby, nov. sp. (Pl. LIV, fig. 1) ;

Astrocœnia Guebhardi Koby, nov. sp. (Pl. LIV, fig. 5) ;

1. Voir plus loin la notice de M. F. Koby sur les Polypiers jurassiques.

Stephanocœnia oolitica Koby. nov. sp. (Pl. LIV, fig. 3-4);
Microsolena contorta Koby, nov. sp. (Pl. LIV, fig. 2);
Stylina conifera E. H.;
Isastrea Marcoui Koby;
— *Bernardi* d'Orb.;
— *limitata* E. H.;
— *Salinensis* Koby;
Thamnastrea Terquemi E. H.;
— *M'Coyi* E. H;
— *mammosa* E. H.;
— *Lyelli* E. H.;
Cladophyllia Babeana E. H..

Fossiles du gisement de Courmes

(Voir plus loin la notice de M. Cossmann et les pl. XLVI et XLVII).

Sulcoactæon elatior Cossm. nov. sp.;
Cerithiella corrugata Cossm. nov. sp.;
Nerinea esparcyensis Piette;
— cf. *carinata* Piette;
Nerinella elegantula [d'Orb.];
— *scalaris* [d'Orb.];
Diatinostoma Guebhardi Cossm. nov. sp.;
Paracerithium marinalpinum Cossm. nov. sp.;
Exelissa præalpina Cossm. nov. sp.;
Amberleya cuspidata Cossm. nov. sp.;
— *subpyramidalis* [d'Orb.];
Ampullospira Zetes [d'Orb.];
Nerita minuta Sow.;
Phasianella cf. *variata* Lycett;
Astarte courmensis Cossm. nov. sp.;
Guebhardia veneriformis Cossm. nov. gen., nov. sp.;
Corbula involuta Münst.

Principales provenances. — Saint-Vallier (Biens Chauds, Mauvans, Route de Cabris, Lauteron, Fougassoun); Caussols (Barre du Bas Montet, Haut Montet, La Séouge); Cabris (Planche Longue sous Lauteron, Cartinet, l'Agast, Brusquet, vieux chemin de Saint-Cézaire, Cannebières, Trois Termes, Luchous); Saint-Cézaire (Courbon, Bergeries, Fourches, Brusquet, Bois d'Amon, Grange de Callian); Grasse (Poudrière de Roquevignon, Clarette, Clos Amic, Tir, Saint-Christophe, Sarrée, Souquettes); Châteauneuf (Le Bois); Roquefort (Bourri, Loous, Courraus); Courmes (Les Combes); Cap d'Antibes (Anse du Piton); Callian (Baumettes); Mons (Sous les Galles, Cannebières); etc.

7. **Résumé paléontologique et stratigraphique.** — La faune dont on vient de lire l'énumération est encore éminemment néritique et sublittorale. Nous avons dit plus haut que l'horizon fossilifère inférieur paraît déjà appartenir à un niveau assez élevé. Le Bathonien inférieur n'existerait donc pas dans la région, ou serait représenté par des dolomies. Les trois niveaux mentionnés dans la liste précédente seraient donc à rattacher au Bathonien moyen et supérieur. Le cachet « ANGLO-PARISIEN » de ces faunes mérite d'être signalé dans une région si voisine de la Méditerranée; elles rappellent d'une façon frappante, par les espèces mêmes, qui les composent, le Bathonien d'Angleterre, du Boulonnais, de l'E. de la France et du Jura. — Les Brachiopodes appartiennent à un groupe (v. ci-dessus) très développé dans le Boulonnais; parmi les Ostréacées on marque l'extrême abondance d'*Alectryonia costata*, forme bathonienne connue dans l'est de la France, l'Angleterre, les Alpes vaudoises et briançonnaises et jusqu'en Abyssinie.

III. Callovien

1. **Généralités.** — Le Callovien est certainement, de tous les étages jurassiques, celui qui, dans notre région, a la physionomie la plus constante, la plus homogène. Avant que des trouvailles de fossiles n'eussent permis de lui appliquer son juste nom, il s'était fait nettement reconnaître sous celui de *Calcaire en plaquettes*. Sa fissilité, soit qu'il montre sa tranche, soit qu'il paraisse à plat, toujours se fait remarquer, et aussi la prééminence fréquente, quoique moindre, de deux autres plans de clivage perpendiculaires, qui donnent à ses fragments, gros ou petits, l'aspect de parallélipipèdes rectangles plus ou moins déprimés. Un exemple frappant en est fourni au dessus du pont du Vallon d'Arboin, sur le chemin de Saint-Vallier à Cabris où les bancs forment, dans le lit du ravin, comme un entablement de marches planes; la même chose, en plus grand, se voit, sur la route de Gourdon à Caussols et dans le profond ravin de La Combe au nord de la Sarrée, etc. Mais c'est surtout dans les coupes presque verticales, dans les *barres*, que la superposition de ses petits lits parallèles fait remarquer entre toutes la zone callovienne. Lorsque la coupe est parallèle à l'axe de plissement, c'est comme un dessin de hachures de lignes serrées avec extraordinaire abondance d'éboulis (Barre de l'Audibergue). Si la coupe est perpendiculaire, c'est bien mieux encore, et les contournements du feuilletage font ressortir, avec une finesse de schéma, le mouvement synclinal ou anticlinal.

A la descente de Gourdon à Bramafan, on en aperçoit un exemple grandiose dans la barre qui domine le court et rapide ravin du Revest (pl. XXXVII et fig. 83) ; un U gigantesque est décrit par les stries serrées des plaquettes calloviennes, matérialisant à tous les yeux l'incontestable débouché, vers le centre du Saut-du-Loup, d'un pli droit, normal, et nullement couché ou étiré, venu de Caussols (voir p. 630). Un exemple presque identique, mais moins abordable, se voit, à près de 500 m. d'altitude au-dessus d'Escragnolles, à la source du vallon du Beiral (... et des galets bajociens des pierrades inférieures), dans l'énorme coupure de montagne où se voit inscrite la continuation tectonique du haut synclinal des Planestels.

Lorsque le Callovien paraît à plat, par quelque voussure ou par l'étalement de ses couches, sa tendance à la division en plaquettes s'exagère de celle que prennent aussi, dans pareille circonstance, presque tous les calcaires finement lités et qui est particulièrement favorable au détachement spontané des fossiles discoïdes, tels que les Ammonites. Le Callovien forme alors de grandes *graous* (grêves) de plaquettes minces, que leur sonorité, au choc des pas, suffirait à faire reconnaître, les yeux fermés. Les environs de Mons (Var) sont, pour cela, particulièrement remarquables. Mais le caractère est absolument général, car il tient à l'extrême homogénéité que présente, dans sa pâte, comme dans sa constitution générale, le Callovien. Aussi n'est-ce nullement par le marteau que peut s'obtenir la cassure suivant des plans, que réalise si bien l'action du délit naturel : une ténacité très grande, une sorte de résistance élastique au choc, aboutissent presque toujours à une rupture conchoïdale ou ondulée, qui rend d'autant plus difficile l'extraction d'un fossile non dégagé, que, presque toujours, la forme est intimement fondue dans la pâte, et que le moulage, habituellement privé de coquille, ne présente avec le moule aucune espèce de différence.

2. Coupes naturelles. — Les coupes naturelles de tout l'étage, ne montrent pas non plus de différences sensibles d'un banc à l'autre. Aussi serait-il assez peu profitable d'en aller étudier le détail dans les nombreuses barres de la région dont le Callovien occupe la crête.

3. Gisements fossilifères. — Les fossiles eux-mêmes, à l'exception d'un lit tout pétri de Térébratules qui se rencontre assez fréquemment, vers le haut, pour pouvoir, peut-être, servir un jour de repère, semblent assez parcimonieusement, mais assez également répartis dans toute la masse pour qu'une recherche tant soit

peu persévérante, même là où ne se montre rien au premier abord, permette presque toujours de confirmer par la trouvaille de quelque moule plus ou moins net d'*Hecticoceras* ou de *Pecten*, le diagnostic des plaquettes sonores.

Pendant longtemps ce fut uniquement le *Pecten* (*Æquipecten*) *octocostatus* Rœm., récolté avec une certaine fréquence, à l'O. de Saint-Vallier, dans le vallon de la Combe de Rousset, aux abords de la Grotte des deux Goules [1], ou encore de la belle arche naturelle de Ponadieu [2], qui servit de caractéristique pour un étage qui ne se trouva vraiment spécifié qu'après que la découverte du magnifique (mais hélas, bien restreint) gisement de Saint-Pierre-de-Mons eut fourni, pour les observations de M. Kilian, des matériaux plus variés. Grâce à une certaine marnosité qui facilite, là, le délitement spontané du calcaire devenu presque schisteux, les fossiles, réunis avec une abondance qui ne s'est jamais retrouvée ailleurs, apparaissent, quand la gelée a fait le travail, avec une netteté de conservation, que risquerait de compromettre toute intervention trop impatiente du marteau.

En dehors de ce point, celui qui a fourni les échantillons les plus remarquables, mais sans aucune constance, est le plateau entre Camplong et La Maline, à l'extrémité occidentale de la commune de Saint-Vallier. Puis, les éboulis méridionaux et le haut des *hubacs* (versants septentrionaux) de presque toutes les grandes barres : Audibergue, Thiey, Calern, Cheiron oriental, etc,

4. Diagnose. — Le faciès à plaquettes, qui fait à première vue préjuger le Callovien, et la sonorité de ses fragments, qui corrobore, sont des signes qui, même réunis, peuvent se retrouver exceptionnellement dans certains affleurements du Séquanien. Mais, en dehors même de l'heureuse richesse fossilifère, habituellement concomitante, de ces points spéciaux (La Colle de Mons, l'Hubac de Calern) qui fournit à toute erreur son correctif paléontologique, la teinte extérieure de Séquanien, d'une note beaucoup plus claire, et sa cassure, d'une texture beaucoup plus fine, point grenue et comme lithographique, peuvent servir à la diagnose. Le Callovien, en effet, se patine très rapidement en un gris presque noir, qui va jusqu'à lui donner souvent un faux air de dolomie. Mais, même dolomitisé, il garde toujours, avec plus ou moins de jaune dans son gris foncé, un grain tout à fait spécial,

1 E. Rivière, Grotte des deux Goules. *A. F. A. S.* XVIII, 459-61 ; 1889.

2. A. Guébhard, Ponadieu et les environs de Saint-Vallier de Thiey, *C. A. F. des A. M.*, XVI, 115-139, I pl. ; 1895. — Un pont naturel dans les A. M. *La Nature*, n° 1241 ; 1897.

mat et comme chagriné, qui suffirait à le faire reconnaître, étant impossible à confondre soit avec l'aspect gréseux des petites inégalités tranchantes, évidemment agglomérées, soit avec l'aspect oolithique, toujours hétérogène, des calcaires inférieurs, tandis que les supérieurs ont tous, en l'absence de magnésie, la cassure lisse, plus ou moins marbreuse.

En plus de cela, s'il arrive à l'Oxfordien aussi, d'imiter le faciès fissile de son inférieur, comme on peut le voir en quelques points du Mont Cheiron, sur le plateau du Montet, au nord de La Malle, et, en plus petit, au quartier de Cromel de Saint-Vallier, la présence du tachetage jaune ocreux analogue à celui du Bathonien, servirait ici catégoriquement de signe auxiliaire de distinction.

5. **Orographie. Culture.** — Le Callovien paraît avoir une aptitude spéciale à former les crêtes des grandes barres, et par conséquent les hauts sommets, sur l'*Hubac* desquels s'attardent les niveaux supérieurs. C'est le cas, par exemple, du plus haut sommet du Thiey (1548 m.), formé par la rupture d'une clef de voûte callovienne. De même une grande partie de la crête de l'Audibergue, au-dessus d'Escragnolles, et de Calern au-dessus de Caussols, avec une tendance à reconstituer plus ou moins intégralement la voussure (accident des Caucades de Caussols, restes de la voûte de Nans, fig. 35, p. 568), mal conciliable avec la qualification de front de nappe de chevauchement. Une bonne partie du plateau de Briasc est de Callovien horizontal. Aux environs de Mons, bien des Graous, Grays, Craus, etc., lui doivent leurs noms : vrais déserts que l'imbrication des plaquettes en couches superposées couvre d'un enduit de pierres que ne peuvent traverser les racines les plus insinuantes. Rarement la main de l'homme essaie d'y remédier et de mettre à jour, par triage, un peu de terre entre tant de pierres : on en retrouve cependant, le long de la route de Mons à Escragnolles, quelques tentatives abandonnées.

6. Liste des fossiles recueillis dans le Callovien

Belemnites (*Belemnopsis*) *latesulcatus* d'Orb. sp. (Exemplaire très voisin de celui qu'a figuré M. Riche du Callovien supérieur du Jura méridional ; rappelle aussi le *Bel. Gerardi* Opp. ;
— (*Hibolites*) sp. ;
Phylloceras plicatum Neum :
— *Zignodianum* d'Orb. sp. ;
— (*Sowerbyceras*) groupe de *tortisulcatum* d'Orb. sp. (mal conservé) ;

Lytoceras gr. de *L. Adelæ* d'Orb. sp.;
Oppelia stenorhyncha Opp. (se trouve ici comme à Chanaz (Ain), dans le Callovien);
Hecticoceras punctatum [1] Stahl sp.;
— *pseudopunctatum* Lahus; Mons, Pezou;
— cf. *punctatum* Stahl sp.;
— *lunula* Rein. sp., Mons-Pezou;
— cf. *lunula* Ziet. sp.;
— *hecticum* Rein. sp.;
— *metomphalum* Bonar. (= *Ludwigia nodosa* Qu. sp. (*p. parte*), Cannaux;
— *retrocostatum* de Grossouvre, de Caussols; espèce rappelant *Ludwigia rudis* du Bajocien, se rencontre d'habitude dans le Bathonien supérieur;
Stephanoceras coronatum Brug. sp.; (écrasé);
Cœloceras ou *Perisphinctes* écrasé, Mons;
Cœloceras sp.;
Sphæroceras microstoma d'Orb. sp.;
Perisphinctes subbackeriæ d'Orb. sp.= *Am. triplicatus* Qu.,= *funatus* Opp. = *Moorei* Opp. = *Backeriæ* d'Orb. (*non* Sow.);
— cf. *trifurcatus* Zieten sp., *Am.* var. *evoluta* Quenst. (Amm. des Schwäb. *Jura*. Pl. 110, fig. 8 et Pl. 112, fig. 3);
— indéterminable du gr. *subbackeriæ* d'Orb., sp.;
Aspidoceras subdistractum Waag. sp., (environs de Mons) (bel exemplaire);
— sp.;
Peltoceras cf. *torosum* Opp. sp. (= *caprinum* Qu. sp.);
— *athleta* Phill. sp., bel exemplaire;
Cosmoceras Duncani Sow. sp. (variété identique à *Am. ornatus compressus* Quenst.) (Amm. des Schwäb. *Jura*. Pl. 83, fig. 23);
Reineckeia anceps d'Orb. sp. Grand échantillon superbe;
— — Plusieurs exemplaires typiques;
— — (d'Orb. sp., pl. 167); se rapproche de *Rein. Brancoi* Steinmann;
— sp., probablement *anceps*;
Gastropode indéterminable; Mons;
Cucullæa sp.;
Lima indéterminable;
Velopecten (*Hinnites*) cf. *abjectus* Phill. sp. Valve plate; Mons;
Pecten (*Æquipecten*) *octocostatus* Roem.;
— — *fibrosus* Sow.; commun;

1. Les formes de ce groupe ont été rangées dans les *Ludwigia* et appelés tour à tour *Campylites*, *Hecticoceras*, *Lunuloceras*. Munier-Chalmas avait proposé le nom de *Seleniceras*, dont l'étymologie est plus correcte, mais qui n'a pas la priorité, n'ayant pas été publié (= *Hectinoceras* + *Lunuloceras*).

Pecten (*Entolium*) sp. St-Vallier-Craméou ;
— — *demissus* Bean. Exemplaire pourvu de ses oreillettes dont les bords supérieurs forment une ligne droite au lieu de décrire un angle obtus très ouvert comme dans le type; très commun ; Craméou ;
— — indéterminables (très communs) ;
— gr. de *corneus* Sow. ;
— (*Chlamys*) *Choffati* Par. et Bon. ; Mons ;
Ctenostreon semielongatum de Lor. ; Mons ;
— *pectiniforme* Schloth. sp. ; Mons ;
Pholadomya voisine de *Ph. acuminata* Ziet. (Hartm.) (= *Ph. clathrata* Qu.) ;
Plicatula peregrina d'Orb. ; Caussols ; Mons ; (assez commun) ;
Rhynchonella sp. ;
Terebratula sp. ;
Plesiophlylia calloviensis Koby, nov. sp. (pl. LI, fig. 5).
Tige de *Crinoïde* ;
Fucoïdes ;

Principales provenances. — Saint-Vallier (Craméou, Vallon inférieur de la Combe, Route de Thorenc, Crête et Barres de Thiey) ; Saint-Cézaire (Maline) ; Escragnolles (Audibergue, Vallon de Fouras, Carraire au N. de Conrouan, Briasq) ; Mons (Saint-Pierre, Graou, Pézou, Guinches, Costes, Montée du Filan Villars, Dubec, Pranille, Grande Règue, Pra Long, Champ Galibètou, Graou Longue) ; Caussols (Barres de Caran et plaines de Calern, Plateau du Montet) ; Gourdon (Le Bois, Éboulis du Revest, Montée de Caussols, Les Combes de Saint-Christophe) ; Bezaudun (Hubac du Cheiron, Combe d'Eze, Combe de Cheiron, Champ Bourraïs) ; Cipières (Combes, La Crous, Clapoua) ; Courmes (Pra de Mondir, La Faye, Les Combes) ; Vence (Route de Coursegoules, Vescagne) ; etc.

7. **Résumé stratigraphique et paléontologique.** — Le faciès des calcaires en plaquettes semble s'étendre, dans les environs de Mons, à des assises très diverses du Jurassique supérieur et avoir occasionné sur le terrain bien des confusions. En effet, M. Guébhard a transmis anciennement à M. Kilian, comme provenant de ce niveau, outre quelques *Perisphinctes* nettement séquaniens, les espèces suivantes dont la gangue était identique à celle des formes calloviennes précitées.

Ochetoceras hispidum Opp. sp. ;
— *canaliculatum* d'Orb. sp.
— *Henrici* d'Orb.

Peltoceras cf. *bicristatum*[1] Rasp. sp. (= *P. bimammatum* Qu. sp.) ;
Simoceras Doublieri d'Orb., sp. ;

Ces espèces proviennent assurément de couches lithologiquement semblables[2], mais occupant un niveau bien différent.

En écartant ces éléments, il subsiste une faune franchement callovienne composée en majeure partie de formes de la zone à *Reineckeia anceps*.

Nous y signalerons trois *Phylloceras* et un *Lytoceras* attestant le cachet méditerranéen de ces dépôts ; l'abondance des *Pecten* est remarquable et dénote une influence littorale et néritique qui ne se manifeste pas pour les faunes de même âge des Basses-Alpes.

IV. **Oxfordien** (*sensu stricto*).

1. Généralités. — a) Autant le Callovien est remarquable par son homogénéité, autant l'Oxfordien, par son polymorphisme, peut donner prise aux plus extraordinaires confusions. L'ordre des superpositions qui va être indiqué poura être lui-même sujet à quelque revision ultérieure; tel quel, émanation résumée d'une quinzaine d'années d'observations répétées, de découvertes inattendues... et d'erreurs commises, puis rectifiées, il n'a pour but que de fournir les premiers éléments d'une classification définitive.

b) Tout près de la base, un *banc jaune* de couleur toujours très tranchée, se montre tantôt à l'état de dolomies mi-sableuses où la corrosion n'a laissé subsister que des restes émoussés de fossiles à moitié dissous, tantôt de calcaire à demi dolomitique, infiltré

1 Ainsi que nous l'a fait remarquer notre ami M. Haug, Raspail a figuré sous le nom d'*Am. bicristatus* n. sp. un exemplaire très reconnaissable de cette espèce (Hist. nat. des Am. etc. Pl. II, fig. 18) provenant de Castellane. La première édition de l'ouvrage qui contient cette planche parut en 1842. Or le nom donné par Quenstedt à cette même forme est de 1858 (Der Jura, Pl. 616, Pl. 76. fig. 9); il en résulte que la dénomination créée par Raspail doit avoir la priorité et que cette espèce doit porter le nom de *Peltoceras bicristatum* Rasp. sp. On se convaincra aisément de l'identité de la forme figurée par Raspail et de l'espèce de Quenstedt en comparant les 3 figures données par l'auteur français avec celles que Quenstedt a successivement publiées dans « Der Jura» puis dans «Die Ammoniten des Schwaebischen Jura ». — W. K.

2. Vérification faite, il est pourtant certain qu'à la cassure ces échantillons ne présentent pas l'aspect chagriné du vrai Callovien, et que l'erreur n'eût pas dû être commise par M. Guébhard si, à l'époque de la trouvaille, il eût été en possession des précieux, mais tardifs, critères que lui ont à la longue fournis les savantes observations paléontologiques de M. Kilian. — A. G.

d'une glauconie qui simule, à s'y méprendre, tous les caractères du Gault, phosphatisation comprise ; tantôt de calcaire argileux, imitant de la manière la plus complète, l'Hauterivien, avec ses plages bleues, sa schistosité accidentelle, son absolue imperméabilité à l'eau.

Un exemple remarquable du premier état est visible sur la route de Saint-Vallier à Thorenc, au km. 29,67, d'où furent extraits les premiers fossiles de la région, caractéristiques de l'Oxfordien.

c) Tout auprès, au km. 28,8, fut aussi observé pour la première fois le *faciès glauconieux*. Mais combien moins accentué qu'en-dessous de la Chapelle Saint-Pierre de Mons, où il faut vraiment y regarder à deux fois, si l'œil ne tombe d'emblée sur quelque Ammonite bien caractéristique, pour ne pas prendre pour albiens les blocs verts, où un enchevêtrement extraordinaire de fossiles incoordonnés et souvent brisés avant la pétrification, est empâté dans un magma qui simule le Gault, aussi bien dans ses variations minéralogiques, avec taches phosphatées, depuis le gris foncé presque sableux, jusqu'au calcaire gris très dur à peine chlorité, comme dans son mode de dépôt par filons de remplissage, garnissant les interstices irréguliers ou les érosions du banc sous-jacent, tantôt calcaire et tantôt tout dolomitisé, qui se montre lui-même absolument pétri de fragments d'Encrines, de Bélemnites, grandes et petites emmêlées, au milieu desquelles ressortent des Radioles géants de *Rhabdocidaris caprimontana*.

Mais un endroit encore plus extraordinaire existe sur le flanc nord de la montagne du Gheiron, au haut du ravin de l'Abreuvoir, où les petites falaises creusées dans l'Oxfordien ont, dans tout leur ensemble, un air si nettement crétacé, qu'il est impossible de ne pas s'y tromper quand on les aperçoit pour la première fois du haut de la crête méridionale. N'étaient les fossiles ramenés fréquemment à jour, à toutes les hauteurs, par les violentes et multiples ondulations de couches qui donnent, pour l'Oxfordien, l'illusion d'une puissance fort exagérée, on pourrait, même à regarder de près, demeurer perplexe, en face de certains bancs argilo-calcaires bleus et jaunes tout fendillés en minces feuillets stériles, qui, grâce à une profonde section de rigole synclinale, donnent naissance à l'unique fontaine de tous ces parages, au bas du Vallon de La Faye. Heureusement, pas n'est besoin de s'éloigner beaucoup de ce pseudo-Néocomien, pour rencontrer à foison de superbes Ammonites, en un banc de 20 à 25 cm. de sable vert foncé comprimé au milieu des bancs calcaires, comme un faux-Gault absolument réussi.

Parmi l'inconstance oxfordienne, la constance d'extension de ce niveau vert mérite d'être relevée. Une fois observé à Mons et au Cheiron, il fut retrouvé en de nombreux points intermédiaires, et il faut croire qu'il s'étend assez loin, quoique non mentionné dans la Légende de la Feuille de Draguignan, car Dieulafait l'avait observé au voisinage de Draguignan même et de Solliès-Pont[1], comme M. Potier l'avait signalé, à la Réunion de 1877, sur la route de Vence à Coursegoules[2].

d) Au-dessus de l'horizon glauconieux se développe la grosse masse de l'Oxfordien, en bancs assez épais, mais d'aspects très divers, suivant qu'ils se présentent en cassure fraîche ou en surfaces patinées par le temps. Dans le premier cas la teinte jaune est toujours dominante, mais assez claire pour avoir fait réunir souvent aux *calcaires blancs* cette formation qui en est très distincte et séparée par deux autres au moins. En vérité, pour peu qu'on y regarde, la confusion n'est pas possible : de nombreuses tigrures de taches ocreuses rubigineuses se montrent toujours dans la pâte, rappelant plutôt le Bathonien ; et aussi, rappelant ce même Bathonien, de petites nodosités cristallines, mais de cristaux blancs opaques, et non hyalins, groupés plutôt en petites cavités géodiques qu'en remplissage de coquilles creuses.

La signification de ces inclusions cristallines devient tout à fait caractéristique quand on l'observe en relief sur les surfaces noircies par le temps, où elles donnent toujours, autour d'un petit noyau central, des formes d'étoiles à plusieurs branches, qui, dès la première fois qu'elles furent aperçues par M. Guébhard, leur valurent, sans présomption d'origine, le nom de *concrétions astéroïdes*. Insuffisamment régulières pour que puisse être attribuée au seul jeu de la cristallisation la forme du groupement, elles le sont trop pour ne pas donner à penser à une cause directrice organique, à quelque corps mou, Seiche ou véritable Astérie, ayant servi de centre d'attraction aux affinités chimiques et aux forces cristallographiques. Un heureux hasard a permis, d'ailleurs, d'avoir la preuve qu'il ne s'agissait point là toujours de *lusus naturæ*, car, sur ce banc même, fut trouvé un jour, au quartier de Craméou près Saint-Vallier, à côté du banc à glauconie, un quart de très jolie Astérie[3], bien fossilisée en relief, avec ses articles en positions normales.

1. *Loc. cit.*, p. 366 et 377.
2. A. Potier, Course de la Sine, *B. S. G. F.*, (3), V, 789; 1877. *Réunion extraordinaire*, p. 109.
3. Collection de l'École des Mines.

Ce signe spécifique de l'Oxfordien est d'ailleurs tellement répandu que nous nous bornerons à citer l'exemple qui s'en est trouvé sous les yeux des excursionnistes du 6 septembre sur la route de Thorenc, au km. 23,5.

e) A ces concrétions se substituent ou se mêlent parfois, en relief bien plus marqué, des excroissances siliceuses, d'aspect fungoïde brunâtre, qui sont elles-mêmes accompagnées ou remplacées par de vrais cordons de silex en rognons, absolument comme cela s'observe dans le Virgulien. Des exemples typiques s'en peuvent voir, entre autres, vers le milieu de la montée de la route de Vence à Coursegoules, à la Combe de Mars, d'où ce banc s'étend à l'ouest jusqu'au sommet du Puy de Tourrettes ; sur la crête du Cheiron, au Signal de Coursegoules, et au Signal suivant, à l'est, dit de la Courtine, marqués tous deux comme virguliens sur la Feuille de Nice ; à Caussols, où M. Guébhard prit jadis aussi pour virgulien ce calcaire à silex, sur le front de la petite nappe jurassique assez déconcertante qui, montrant le Crétacé par dessus et par dessous, a donné lieu, le 6 septembre, à d'importantes discussions; enfin, à St-Raphaël de Vence, comme noyau anticlinal d'une voûte mollassique étroite et droite, verticalement dressée en travers du vallon, devant le Trias de la nappe « recouvrante » de M. Zürcher.

f) Lorsque les gros bancs oxfordiens montrent leur plat comme les grandes murailles verticales qui bordent presque tout le parcours de la montée de Ferrier, depuis le Pont de la Combe jusqu'au tournant de la Marbrière [1], un détail contribue à leur donner une physionomie toute spéciale : c'est la fréquente présence de Bélemnites (*Hibolites*) qu'on voit, longues et minces, se détacher, avec souvent quelques *Aptychus*, sur le fond mat et comme velouté de la patine noire, toujours teintée de jaune, que prennent ces surfaces, jamais bien planes, mais largement bosselées, ondulées, comme si elles avaient été moulées sur un fond d'argile où la vague aurait laissé son empreinte.

Là où se montrent surtout les tranches des bancs, comme à la montée qui va de la route de Thorenc au plateau de Caussols, on est souvent frappé d'un aspect craquelé et tout fendillé dans le sens perpendiculaire aux strates, qui donne plutôt l'impression d'un fissurement par retrait que par rupture mécanique. Et, en effet, cet aspect, assez fréquent, ne coïncide presque jamais avec les points de plus grande contorsion des couches, lesquelles semblent

1. Course du 6 septembre.

au contraire, sous l'effet des pressions maximales, avoir acquis une compacité plus grande, en même temps que cette sorte de souplesse qui leur a permis de décrire, sans se briser, des courbures de rayon extraordinairement restreint (v. p. 563, 564, 607, 610, fig. 32, 33 et 68, 70) alors que leur peu de cohésion physique et leur gélivité les font rejeter impitoyablement, même là où elles abondent, pour tous les usages de la construction [1].

2. **Coupes naturelles.** — Malgré sa puissance, relativement plus grande que celle des autres étages jurassiques supérieurs, quoique moins grande que ne le pourrait faire croire son énorme extension sur la partie orientale du Cheiron, où il apparaît à l'état horizontal, à l'altitude de 800 m., puis à celle de 1400 m., sans qu'on ait cessé d'y marcher tout le temps, ce n'est que par l'étude de petites coupes locales qu'on peut arriver à une idée de la constitution de l'Oxfordien, et encore la complication des apparitions dolomitiques rend-elle souvent difficile le raccord, de sorte que, de la description qui précède, il est prudent de retenir plutôt l'analyse des faits que leur succession.

C'est bien plus souvent, en effet, en nappes qu'en barres que se présente l'Oxfordien, et lorsqu'il lui arrive d'atteindre au sommet d'une crête, sans s'arrêter à mi-côte de l'Hubac, c'est presque toujours pour y dessiner une voûte anticlinale plus ou moins large, dont le mouvement de retombée, même rompu, masque toujours plus ou moins la stratigraphie subordonnée. Tel est le cas pour la longue crête, déjà citée, de la moitié orientale du Cheiron; pour la Montagne de Caran, au-dessus de Caussols; la Colle de la Crau, à l'ouest de Mons; une portion de l'Audibergue, au-dessus de Clars; le Serre Orle entre Cipières et Gourdon; et surtout Cavillore, au N. de Gourdon (point 1038), d'où tombe par un brusque mouvement représenté p. 629, fig. 81, une nappe oxfordienne qui, sans l'interruption crétacée marquée sur la Feuille de Nice, descend par ondulations successives jusqu'auprès du Col de Gourdon, et forme à elle seule les monticules qui ont été impro-

1. Ceci n'est dit que pour la portion occidentale de la Feuille et il n'en est plus du tout de même dans l'E., où l'Oxfordien change peu à peu de faciès et même de couleur. C'est ainsi qu'au cours de l'excursion du 17 septembre, M. Guébhard a pu reconnaître pour sûrement oxfordiennes, et point supérieures comme le ferait croire la Feuille de Nice, les grandes exploitations de pierres de taille au dessus du chemin descendant de la Turbie aux lignites de Font Divine. Il est permis de trouver regrettable qu'à l'intérieur de la large teinte occupée par le symbole J^{6-3}, n'ait été indiqué par M. Léon Bertrand aucun des détails réellement observables dans le Jurassique de cette portion de région des plus faciles à parcourir.

prement isolés sous la désignation J^{8-1}, alors que c'est tout au plus si, sur leur front méridional d'émergence du Crétacé, ils laissent voir quelques lambeaux marginaux de Portlandien fortement trituré.

De vraies coupes typiques de l'Oxfordien ne peuvent guère exister que dans celles des barres de la région qui entament le Jurassique du haut en bas. dans toute ou presque toute son épaisseur, comme les barres naissantes de Briasq sur la Siagne, ou de St-Martin de Bail, au-dessus des sources de la rivière ; celle de la montagne des Listes, point 1440 en dessous de Thiey ; celles des Baous de St-Jeannet et de La Gaude, ainsi que du Baou des Blancs, et des gorges supérieures de la Cagne. Mais, là où ne se sont point accrochés des éboulis au point de tout masquer, il est rare que puisse s'accrocher le géologue le plus aguerri. S'il y a des fossiles, on en oublie le reste, et c'est bien ce qui empêcha M. Guébhard de tirer meilleur profit de la coupe, qu'il se rappelle fort nette, de la grande cassure orientale de la Montagne de Bliauge, entre Escragnolles et Mons ; et d'une autre, très abordable, mais où un riche banc de glauconie absorba toute l'attention, sur la bordure orientale du Grand Plan de Noves, aux Costes de la Cagne, entre les points 868 et 883 de l'Etat-Major.

3. **Points fossilifères.** — Citer les apparitions du banc glauconieux, c'est citer celles des fossiles, plus ou moins bien conservés, mais toujours abondants. Aussi nous bornerons-nous à ajouter quelques indications à celles qui ont été incidemment déjà fournies : le banc glauconieux se montre sur la montée de La Faye, au nord de Saint-Vallier, au km. 29,1 ; plusieurs fois dans le grand synclinal des Combes, entre la route de Thorenc et Cipières ; près de la crête de Calern, à l'E. de Caran ; au débouché du sentier de Gourdon sur le plateau de Cavillore ; dans la Combe d'Andon, ou gorge du Fournas, au-dessus de Clars ; sur la route de Courmes au-dessus du Pra de Mondir, au milieu de bancs bien lités, poussant pointe avec le Callovien, jusqu'au Saut du Loup, à la place où la Carte montre de l'Infralias ; et enfin sur l'Hubac du Cheiron, si loin en dehors de la bande, invraisemblablement étriquée, de la Feuille de Nice, ou encore, au sud de Bezaudun, si souvent aux places marquées comme toutes supérieures, qu'il n'est pas possible d'en faire l'énumération. Ailleurs le rôle est repris par le banc jaune grumeleux ; c'est à lui qu'il faut attribuer le remarquable et singulier gisement des Rouguières d'Escragnolles, juste au km. 14,6 de la route 85, un peu avant la célèbre Collette de Clars, et, sans reparler de l'inépuisable mine du

Cheiron au voisinage de Bezaudun, toute la coupure occidentale et le flanc sud de la montagne de Lachen, à la place même où la Feuille de Castellane a représenté un Portlandien fantastique zébré de quatre extraordinaires synclinaux crétacés, sur lesquels deux seuls, et d'allure toute différente, existent réellement. Sans doute ce banc continue-t-il sur la rive gauche du Var, car il y en a une apparition bien connue à l'embranchement de la route de Falicon sur celle de Nice au nord de Saint-André.

En somme l'Oxfordien est certainement le plus fossilifère de tous les étages jurassiques ; ou, du moins, la même raison qui rend difficile d'en trouver une belle coupe, a-t-elle, en étalant souvent ses bancs en larges nappes, facilité la mise au jour des restes organiques, malheureusement très souvent corrodés au voisinage de la dolomie, ou irrémédiablement empâtés au sortir des argiles durcies.

4. Diagnose. — **a)** Le polymorphisme de l'Oxfordien ne pouvait aller sans de fréquents pseudomorphismes, occasion de maintes erreurs, dont on a, pourtant, pour se garder, la marque absolument spécifique et rarement défaillante, des *concrétions astéroïdes*, analogues, nous l'avons dit, par leur structure cristalline, mais point du tout semblables par leur forme, aux nodosités verruqueuses des bancs bathoniens.

b) Le mode de tachetage interne, par larges mouchetures rousses, couleur d'ocre ou de rouille, pourrait aussi faire prendre pour bathonien un morceau isolé ; seule une délicate appréciation de nuance pourra venir à l'aide, le fond étant généralement de ton plus clair, d'un gris jaunâtre tirant plutôt sur le blanc que sur le brun.

Ceci ne s'applique pas, bien entendu, au *banc jaune*, qui se montre parfois si foncé qu'on resterait hésitant, en face de certaines apparitions embrouillées (Barre du Caire, au nord de Tourrettes-sur-Loup, voisinage du Puits Fausset, au sud de Brovès dans le Var), si quelque opportun fossile, ne fût-ce qu'une Bélemnite, ne venait d'ordinaire sauver la situation.

Faute d'en avoir pu rencontrer, mais surtout aussi par suite de l'idée préconçue qu'il devait y avoir là (ainsi que l'a figuré, depuis, M. Zürcher), une base de nappe chevauchante, M. Guébhard, à l'époque de la confection de sa première carte de Saint-Vallier [1], non à la légère ni sans hésitations, mais après un examen aussi

1. A. Guébhard, Tectonique d'un coin difficile des A. M., *A. F. A. S.*, XXIII, pl. VII ; 1894.

répété que pouvaient le permettre, dans les délais imposés, des lieux aussi lointains, avait fini par enregistrer comme bathoniens les longs bancs qui, de la route de Thorenc, se voient descendant depuis la Bergerie du Thiey jusqu'à un gros roc, à mi-côte qui forme une sorte de borne gigantesque sur le trajet d'un long mur tendu comme une corde du plus haut des barres jusqu'en bas. Une vérification nouvelle, dont le détail se trouvera plus loin, lui a fourni la preuve certaine qu'il s'agissait d'Oxfordien, en position parfaitement normale.

c) Une autre cause d'erreur fut longtemps due à la présence de silex pris pour virguliens, jusqu'à ce qu'en fut constatée, au haut du Cheiron, l'indiscutable intercalation au milieu d'un Oxfordien fossilifère, que la Feuille de Nice, à cette place, rejette fort loin et limite à la portion congrue. De même en est-il, sur cette Feuille, pour tout le trajet de la longue route de Vence à Coursegoules, où sont également inexacts et les lacets que la topographie non revisée de l'État-Major fait décrire à la route et les ondulations du mince liseré bleu auquel a été réduite, au bénéfice, tantôt du Jurassique supérieur, tantôt du Bajocien (qui a aussi des silex), l'immense nappe, de près de 12 kilomètres carrés, étalée en larges ondulations, souvent fossilifères, entre les synclinaux parallèles qui ont, par leurs discontinuités, l'un creusé jusqu'au Trias ligniteux la vallée de Vescagne, l'autre dressé au-dessus de la nappe Miocène de Vence les fronts de la ligne des Baous.

Il faut convenir que, là où les silex se présentent sous forme de rognons arrondis, parfois zonés de gris sur blanc, la distinction, à l'état isolé, serait impossible avec certains silex identiques du Virgulien, sinon du Bajocien, dont nous avons dit l'aspect toujours très différent. Mais il faudrait vraiment jouer de malheur pour se trouver aussi privé de toute ressource d'à côté ; d'autant plus que le faciès ordinaire des silex n'est point celui-là, mais celui d'excroissances fungoïdes brunâtres, généralement de petites dimensions et dont les déchiquetures se montrent plutôt lamelleuses et ondulées que spongieuses et vacuolaires, comme dans certains silex du Virgulien, tels qu'on les voit, par exemple, sur la Route de Thorenc, peu après le Col de Ferrier.

d) Le *banc à Encrines* peut être une nouvelle source de confusion, surtout si l'inévitable dolomitisation s'en mêle, avec un banc tout analogue de la base du Virgulien. Mais l'abondance des Bélemnites de l'Oxfordien ne se retrouve pas dans le Virgulien, et l'observation de l'Encrine pourra peut-être faire apercevoir

des différences qui compenseront l'analogie extérieure des faciès [1].

e) N'est-il pas, parfois, jusqu'à la constitution intime des concrétions astéroïdes qui ne tende à aggraver cette confusion, toujours la même ? Sur la route de Courmes, à l'endroit déjà cité pour le banc glauconieux, on peut voir ces incrustations constituées, au lieu d'un agglomérat de cristaux à pans coupés, d'une agglutination de petites sphérules blanches accolées comme une oolithe sans ciment, de véritables œufs. Or ces même glomérules de petits œufs blancs s'observent assez souvent à la base du Virgulien (exemple, à la Croix du Chêne bénit, sur le vieux chemin de Saint-Vallier à Castellane par la Siagne) ; mais, là, ce ne sont jamais que de petits nids, souvent en forme de cupules, et rarement de grandes étoiles ; ils voisinent avec un banc rempli de Térébratules et Rhynchonelles, non de Bélemnites ; et enfin le calcaire blanc, tout proche, offre un des rares repères auquel il soit impossible de se tromper.

f) Sur le bas du flanc nord du Cheiron, ou plutôt de la moitié du Cheiron que divise le ravin de la Gravière, il arrive quelquefois que le Callovien, pointant anticlinalement au milieu d'une pente oxfordienne, en épouse si bien l'allure et tous les signes extérieurs, que, sans les fossiles, la distinction deviendrait fort malaisée. Heureusement tout se borne à un peu plus d'attention dans la recherche des Ammonites, moins abondantes, mais bien caractéristiques.

g) Ce sont aussi les fossiles, et eux seuls, qui, dans les cas d'incertitude stratigraphique, permettent d'échapper à des ressemblances vraiment extraordinaires, soit avec le Gault, soit avec le Néocomien. La première, à la vérité, n'est jamais dangereuse, car elle porte toujours en elle, avons-nous dit, un précieux correctif. Et puis, elle est toujours de très faible étendue, avoisinée de témoins notoires, appuyée à de solides références. Il n'en est plus du tout de même du faciès argilo-schisteux, souvent très développé, où se noie, dans le ruissellement des fins délits, le banc grumeleux aux fossiles caractéristiques. On l'a bien vu le 10 septembre, à la descente de Rorebel sur Touet de Beuil, où M. Guébhard trouva l'horizon

1. Ce dernier espoir a été malheureusement déçu, car M. M. Lissajous, malgré sa compétence spéciale, n'a pu différencier les échantillons que lui avait soumis M. Guébhard, du *Balanocrinus pentagonalis* Goldf. de l'Oxfordien, qui jamais n'avait été vu si haut. Cela, joint à la cause d'erreur due à la présence commune de silex, est bien fait pour remettre en question certaines déterminations de niveaux anciennes.

même des fossiles du Cheiron. Sans quoi toute la Société eût emporté de ces pentes le souvenir d'un superbe Néocomien, absolument confondu avec celui qui, beaucoup plus bas, se montre réellement.

En vérité, s'il fallait préciser ce qui, en cette circonstance, fit soupçonner l'erreur d'attribution, ce fut, en plus de la brusquerie du passage du Jurassique inférieur au Crétacé, sur le flanc d'un anticlinal à peine déversé et qui paraissait bien complet, précisément l'absence par trop absolue de tous fossiles et surtout de petites Bélemnites, sur les premiers glacis menus, finement feuilletés, comme en montre bien quelquefois l'Hauterivien (descente de Caille sur la Vallée de Thorenc, colline au N. O. de Malamaire), mais rarement stériles sur de telles étendues. En fouillant convenablement ce faux Néocomien, l'on finit toujours par arriver au lit des Ammonites oxfordiennes, desquelles fut faite ainsi une fort jolie récolte, sur territoire d'Eoulx (Basses-Alpes), au quartier du Fournas, au pied de la montagne de Destourbes, à une place marquée comme Néocomien sur la Feuille de Castellane.

5. **Orographie, culture.** — L'Oxfordien, dont le maximum de développement superficiel est sur les hauts plateaux de la ligne des Baous, de Vence à Gattières, et le maximum d'altitude au Cheiron, dont il forme presque exclusivement toute la terminaison orientale, partage avec tout le Jurassique supérieur le défaut de n'être guère cultivable que là où, par dolomitisation, il s'est attendri. Mais, par l'irrégularité même de cette dolomitisation et des dissolutions souterraines qui l'accompagnent, il joue, par contre-coup, un rôle utile, en provoquant des cirques d'effondrement dans les nappes calcaires qui le recouvrent, *dolines* plus ou moins vastes, qui, servant de réceptacle à toutes les terres de lavage et de ruissellement, forment au milieu des plus arides plateaux d'excellents abris pour la culture, sortes d'îles inverses au milieu des océans de rocs, dont le figuré sur les plans cadastraux produit un effet tout à fait original, absolument révélateur. Tels sont les hauts parages des quartiers de l'Agast et de l'Hubac des Oudides entre Cabris et St-Vallier ; du versant nord de la crête de Bliauge, commune de Mons, et maints autres, partout où l'Oxfordien presque horizontal forme immédiatement substratum aux calcaires superficiels.

Pour peu que ces dolines soient étroites d'ouverture et allongées en profondeur, elles deviennent des *avencs*, stomates en fonction ou en formation de la respiration souterraine, bouches d'absorption du grand réseau de la circulation interne des eaux, dont

M. E. A. Martel s'est fait le courageux Harwey, et M. J. Gavet, en Provence, le persévérant investigateur.

Ces mêmes dolomies, à cause de la très grande irrégularité de prise qu'elles offrent à l'érosion, forment souvent des groupes en relief plus ou moins singuliers, mais toujours très apparents : c'est à elles qu'il faut rapporter la sorte de menhir naturel qui se dresse au milieu de la Grande Carraire, au sud de Saint-Vallier, à la croisée du Chemin des Bœufs. Rarement on y observe la régularité des alignements tabulaires du Bathonien supérieur : ce n'est, en somme, que la contrepartie des dolines et avencs.

Quant à la grande masse argilo-calcaire dont nous avons dit le rôle orographique, elle se prêterait sans doute plus facilement que le Bathonien, à faire, au lieu des tristes « pâturages » de la montagne, de superbes forêts, si la dent de la chèvre et la hache de l'homme n'y mettaient le holà.

6. Liste des fossiles recueillis dans l'Oxfordien.

Belemnites (*Hibolites*) sp. ; route de Ferrier (gros échantillon) ;
— — gr. de *hastatus* Blainv. (phragmocône) ;
— — *hastatus* Blainv. ;
— — *argovianus* Mayer ;
Calcaire glauconieux avec fragments de grands *Hibolites* ;
Lytoceras sp. ind. (Un exemplaire de la route de Courmes) ;
Phylloceras (*Sowerbyceras*) *tortisulcatum* d'Orb. sp. (assez rare); Barre de Bliauge, au-dessus de La Colle ; Oxfordien dolomitique d'Escragnolles ;
— — *protortisulcatum* Pompeckj (Commun et caractéristique). Pompeckj. Rev. Am. Schw. Jura, Pl. 11, fig. 1-2 ; = *tortisulcatum* Quenstedt. Am. Schäw. Jura. Pl. 97, fig. 1-5) ;
— *plicatum* Neumayr. ;
— *Zignodianum* d'Orb. sp., cette espèce a été recueillie également aux environs de Nice par M. Potier ;
Ochetoceras canaliculatum d'Orb. sp. ;
— *hispidum* Opp. sp. ;
— *arolicum* Opp. sp. (très commun) ;
— sp., Courmes ;
— *Henrici* d'Orb., sp. ;
Cardioceras cordatum Sow. sp. (quelques rares fragments); Cheiron ;
Neumayria Bachiana Opp. sp. ;
— *flexuosa* Münst. sp. ;
— *oculata* Bean. sp. ;

Neumayria callicera Opp. sp., très commun ; Bezaudun, etc. ;
Aspidoceras perarmatum Sow., sp. (assez commun) [non *biarmatum* Opp. (= *Babeanum* d'Orb. *p. p.*)] ;
— *phœnicium* Gemm ;
— cf. *Lemani* E. Favre (pl. XLVIII, fig. 1). Il a semblé intéressant de figurer un fragment d'*Aspidoceras* de l'Oxfordien du Cheiron, appartenant à une espèce rare et intéressante par son ornementation. M. Bayle donne comme caractéristique de *Asp. hirsutum* la rondeur des tours, mais il parle probablement de la forme adulte ; dans nos échantillons, qui sont des tours internes, la section est carrée ; malgré cette différence, nous avions cru devoir les rapporter tout d'abord à l'espèce de Bayle. *Asp. Meriani* Opp. sp. a des tubercules du même genre, mais un peu plus espacés et ne présente pas de côtes doubles dans le jeune âge. Enfin l'espèce de M. Favre (*Asp. Lemani*) réunit les caractères de nos échantillons (v. plus bas), qui se rapprochent aussi des figures de *Asp. Meriani* données par Quenstedt (Amm. Schwäb. Jura, XCLIII, fig. 74); Cheiron (Coursegoules);
— *Œgir* Opp. sp. Barre de Bliauge ; un autre exemplaire provenant d'Escragnolles (coll. Joubert); nous l'avons comparé avec le moulage du type d'Oppel. ;
— *hypselum* Opp. sp. ; Calern. ;
— *Edwardsianum* d'Orb. sp.; Coursegoules ;
— sp. ; Barre de Bliauge ;
Peltoceras athleta Sow. sp. (un échantillon) ;
— *Fouquei* Kil. (forme intermédiaire entre l'espèce de M. Kilian et la suivante) ;
— *transversarium* Qu. sp. ;
— *arduennense* d'Orb. sp. ;
Perisphinctes plicatilis Sow. (Type). — Commun [1] en échantillons conformes aux figures données de cette espèce par M. de Riaz et par la *Pal. Universalis*, 57. (= *Per. Orbignyi* pour De Loriol) ; trouvé aussi sur la route de Moustiers à Castellanc.
— *crotalinus* de Riaz (*non* Siemiradzky). Les quatre exemplaires recueillis de *P. crotalinus*, bien conformes à la figure donnée par M. de Riaz [1898, Descr. des Am. des C. à *Pelt. transversarium* de Trept (Isère), Pl. VII, fig. 5, 6 ; p. 32], paraissent n'être pas tout à fait identiques à *P. crotalinus* de M. Siemi-

1. Malgré le volumineux mémoire que M. Siemiradzky a consacré à ce groupe, une revision sérieuse du genre *Perisphinctes* devient de plus en plus nécessaire, surtout depuis que M. de Loriol a multiplié d'une façon excessive et parfois arbitraire les espèces de l'Oxfordien jurassien.

radzky, mais se rapporter surtout au groupe de *Perisph. rota.* On pourrait les appeler ***pseudocrotalinus*** n. sp. (= *crotalinus* de Riaz. *non* Siém.);

Perisphinctes promiscuus Bukowsky;
— *subrota* Choffat (assez commun);
— *colubrinus* Rein. (typique). Cette espèce avec laquelle on a fréquemment confondu une forme tithonique (*P. pseudocolubrinus* Kilian) se rencontre dans le Jura blanc β et γ de la Souabe.
— cf. *colubrinus* Rein. *in* de Riaz. Forme présentant une certaine analogie avec *P. crussoliensis* Font., mais entièrement différente de *P. colubrinus* de Reinecke;
— *Wartæ* Buk.;
— *Delgadoi* de Riaz (*non* Choffat);
— *convolutus* Quenst. sp. (= *Per. dilatatus*); se trouve dans l'Oxfordien d'Escragnolles; commun;
— *Helenæ* de Riaz;
— *Kiliani* de Riaz;
— cf. *Kiliani* de Riaz;
— *Birmensdorfensis* Opp. sp. (comparés avec le type d'Argovie et trouvés conformes);
— cf. *Birmensdorfensis* Opp. sp.
— *lucingensis* Favre (typique); se trouve aussi dans l'Oxfordien dolomitique d'Escragnolles;
— cf. *Cracoviensis* Siem.; Le Cheiron; Montée de Brouis; Éboulis sous Ferrier;
— *tizianiformis* Choffat;
— *virgulatus* Qu.;
— *Luciæ* de Riaz (*non* Choffat);
— *rhodanicus* Dumortier (*in* de Riaz);
— *Schilli* Opp. Très voisin du type dont le moulage existe à la Faculté des Sciences de Grenoble, mais possédant un ombilic un peu plus large que ce dernier; espèce connue de Trept, Saint-Claude, du Berry, de l'Hérault, etc.;
— *Kreutzi* Siemir.;
— *rota* (Waag) Kilian (typique); présente une interruption ventrale dans âge moyen;
— *variocostatus* Buckl. sp (= *A. Martelli* Opp. sp) v. *in Palæontologia Universalis* : 51ᵃ, 51ᵇ, 56, 56ᵃ;
— indéterminables (en grande quantité);
— *chloroolithicus* Guemb. = *P. plicatilis* Favre. (Voirons, Pl. III, fig. 1-3); Oxfordien supérieur des Gorges du Verdon;

Aptychus sparsilamellosus Gümbel (*Aptychus* de *Neumayria*);
— cf. *latus* Park. (*Aptychus* d'*Aspidoceras*);
— sp.;

Nautilus sp. ;
Nautilus franconicus Opp. (= *aganiticus*?) ;
Pecten sp. ;
Velopecten (*Semipecten*) sp. ; Cheiron-Coursegoules ;
Rhynchonella corculum Dumortier[1] (Forme du Bathonien de la Voulte) ;
— sp. ; (1 ex. Coursegoules) ;
Terebratula Galliennei d'Orb. ;
Glossothyris nucleata Schloth. sp. ;
— *Bouei* Zeuchn. ;
Dictyothyris Kurri Opp. sp. (= *reticulata* Schl. non Sow.) ; Cheiron-Coursegoules ;
— *Rollieri* Haas. (de l'Oxfordien dolomitique pulvérulent) ;
Terebratulina sp. ;
Collyrites sp. ;
Cidaris indéterminable ;
Rhabdocidaris cf. *caprimontana* Desor.
Plagiocidaris (*Cidaris*) *Mattheyi* Desor, sp. ;
Calcaire à *Encrines* ;
Calcaire glauconieux avec *Balanocrinus Campichei* de Lor. ;
Balanocrinus pentagonalis Goldf. ; commun ;
— *subteres* Münst. ;
Leptophyllia cornucopiæ d'Orb. ;
Spongiaires variés.

Principales provenances.— Saint-Vallier (Craméou, chemin de Siagne, route de Thorenc km. 23,6 et 26,3, route Nationale km. 2,91, Le Puet) ; Caussols (Hubac de Caran, plaine de Calern, plateau du Montet, route de Thorenc km. 29,67, Pierrehaute) ; Escragnolles (route Nationale km. 14,6. Dourmioule, Combe d'Andon, Fournas, La Graou de la Colle, Briasq) ; Andon (Hubac de l'Audibergue, Cabreiret, La Pinée) ; Gourdon (Clos d'Oubriac, Colle Basse, Barres de Cavillore) ; Cipières (Collet de Rougiès, Serre Orle, Le Rouré, Valaraouva, La Juillée, Les Pesses, Les Combes) ; Coursegoules (Adrech de Pouis, Colle Martine, chemin de Vescagne) ; Bezaudun (Hubac du Cheiron, Clos d'Ampenc, Combe d'Eze, Collet de la Bouisse, l'Abreuvoir) ; Vence (Combe de Mars, grand Plan de Noves, Costes de Cagne, Baou des Blancs) ; Saint-Jeannet (Pességuier, Baou de la Gaude) ; Tourrettes-sur-Loup (Le Puy, Crête sur Courmes, Barre du Caire) ; Courmes (route de Bramafan, montée de Courmettes) ; Mons (Graou de Saint-Pierre, La Crau, Pézou, Carbonnières, Plan Gautier, barres orientales de Bliauge et méridionales de Lachen) ; Brovès (Clouot Roumano) ;

1. A ce groupe très spécial appartient aussi *Rhynch. Arthaberi* Simionescu. (Faun. call. de Valea Lupului, Pl. III, fig. 12).

Bargemon (Puits Fausset, Blaque Meyanne, Pierrion); La Bastide (Var) (Montée de Lachen); Saint-André (amorce de la route de Nice à Falicon), etc.

7. **Résumé paléontologique et stratigraphique.** — L'Oxfordien présente souvent dans la région un faciès de calcaires à grain fin, piqueté de glauconie, très riche en fossiles et d'apparence scoriacée.

La localité qui a fourni la faune de beaucoup la plus abondante est le Cheiron (Coursegoules-Bezaudun).

L'Oxfordien des Rouguières d'Escragnolles (km. 14,9) présente un faciès intéressant, à très nombreux Spongiaires, quelques petites Huîtres et Brachiopodes (*Terebratula*), quantité de *Phylloceras tortisulcatum* et aussi de *Perisphinctes*.

Pas plus que le Callovien supérieur (zone à *Pelt. athleta*), l'Oxfordien tout à fait inférieur ne semble fossilifère dans la région. L'ensemble dont nous venons d'énumérer les éléments correspond au niveau classique des « Couches de Birmensdorf » en Argovie.

Rhabd. caprimontana existe dans l'Oxfordien supérieur de Venesmes (Cher), de Châtillon sur Ain (Jura) et dans les couches d'Effingen du Jura.

Cette association, très homogène, est la faune banale des couches à *Peltoc. tranversarium* de Trept (Isère), de Birmensdorf (Argovie), de Rians (Var), des Vans (Ardèche), de Chabrières (Basses-Alpes). Elle ne se distingue de celle des plus septentrionales de ces stations que par l'extrême abondance de *Phylloceras (Sowerbyceras) tortisulcatum* en beaux exemplaires, variétés *transiens* Pompeckj et *protortisulcatum* Pomp. Cette dernière paraît ici, comme en Souabe, succéder à la forme type de l'espèce.

Un seul exemplaire de *Lytoceras*, provenant de Courmes, représente ce genre méditerranéen.

Mais l'extrême rareté des *Cardioceras* est à remarquer, comme dans tous les gisements méridionaux. Les *Perisphinctes* [1], d'une grande variété et d'une prestigieuse abondance, comptent, à côté de beaucoup de formes banales, quelques espèces (*Per. birmensdorfensis*, *Per. Schilli*, etc.), qui rappellent spécialement la Souabe. Enfin, les Spongiaires abondent dans certains gisements.

1. Ne désirant pas entreprendre ici la discussion synonymique des espèces de ce groupe, nous avons adopté les assimilations faites par MM. Choffat et de Riaz dans leurs publications récentes auxquelles nous renvoyons le lecteur. W. K.

V. Calcaires sublithographiques à Ammonites

(*Rauracien-Séquanien et Kimeridgien inférieur* [1])

1. Généralités. — **a)** C'est sous la même rubrique que se trouvent réunis divers niveaux, que, jusqu'à présent, il n'a pas été possible de distinguer, bien que, par la reconnaissance de plusieurs exemplaires bien certains de *Peltoceras bimammatum* Qu. dans les récoltes de M. Guébhard, se soit trouvée positivement établie, par M. Kilian, l'existence d'un horizon inférieur, correspondant au Rauracien [2].

Malgré la perte irréparable du catalogue où se trouvait enregistrée l'indication exacte de provenance très ancienne de ces fossiles typiques, M. Guébhard pense qu'ils proviennent d'un endroit de la route de Brovès à Bargemont (Var), à l'ouest du km. 10, un peu au N. du point 972, où, à la traversée du plateau de la Colle, un banc assez riche en Ammonites de petite taille semblait appeler une attribution assez inférieure, sans l'échelonnement visible de l'Oxfordien et du Callovien à l'ouest, sur la belle terminaison périclinale du dome allongé de Miéraure, montagne que, malgré l'apparition nucléaire de l'Infralias sur toute la ligne de faîte, la Feuille de Castellane englobe tout entière dans l'extension démesurée d'une nappe portlandienne-virgulienne impossible à rattacher à la complexité tectonique de la bordure correspondante de la Feuille de Nice.

Un autre exemplaire de *Pelt. bimammatum*, de plus grande taille, provient du plateau de La Maline, au nord de Camplong, à l'extrémité E. de la commune de Saint-Vallier. Ce sont là, pour le moment, les seules données à peu près sûres des apparitions du Rauracien.

b) Le Séquanien, au contraire, assez vite s'affirme par quelques fossiles, clairsemés, il est vrai, et dont les gisements se comptent,

1. On verra plus loin que cette division, lithologiquement très homogène dans notre région, comprend probablement aussi la base du Kimeridgien.

2. La zone à *Pelt. bicristatum* Rasp. sp. (*P. bimammatum* Qu.) (Rauracien) ne paraît pas être lithologiquement bien individualisée et semble confondue avec l'assise suivante (Séquanien) en une masse unique de calcaires en plaquettes. *Pelt. bicristatum* (*bimammatum*) lui-même a été, en effet rencontré, en exemplaires typiques, par M. Guébhard dans des calcaires semblables aux plaquettes à *Perisphinctes subfascicularis* et *Lothari*, dont il n'a pu les séparer. Nous admettons donc virtuellement l'existence de l'étage rauracien dans les Préalpes maritimes, quoiqu'on n'ait pu encore le distinguer d'une façon précise des assises sus-jacentes. W. K.

mais pas absolument rares, au moins à l'état de fragments ou d'empreintes suffisamment révélatrices.

La formation tout entière est exclusivement calcaire, d'une pâte gris clair, très fine, franchement lithographique, à patine extérieure elle-même assez claire, d'un gris bleuté, sur laquelle se détachent des surfaces de lit ou des empreintes de fossiles enduites d'un jaune vif, grumeleux, comme stalagmitique.

Souvent les bancs affleurent en très grosses masses, que l'érosion pluviale sculpte superficiellement de rainures tout à fait caractéristiques : des séries de petites rigoles, séparées par des crêtes à arêtes vives, dont l'ensemble, en éclairage oblique, simule des paysages entiers de collines et de vallées, tels qu'en produit en grand la même érosion sur de vastes régions bien homogènes.

En dehors de ces rainures cannelées dues au ruissellement de l'eau, il est d'autres creusements non moins typiques, produits au contraire par la stase de l'eau dans les moindres dénivellations des surfaces peu inclinées. Lentement, et par une attaque sur place, la pierre se dissout, se creuse en cupules à parois verticales, à bordure ondulée par les ruissellements d'apport et souvent rompue d'un côté seul par une échancrure plus grande servant de déversoir du côté de la ligne de plus grande pente. On a ainsi l'image, abondamment répétée sur toutes les surfaces à peu près horizontales, de ce que le patois local appelle, en plus grand, des *Sambres*, sorte de réservoirs naturels, creusés à même le roc.

Chacune de ces petites citernes, avec un diamètre pouvant atteindre jusqu'à plusieurs décimètres. a presque toujours bien près d'une dizaine de centimètres de profondeur, et forme une réserve d'eau dont la prolongation d'action se renforce encore, sans doute, des décompositions de débris organiques auxquels elle sert de vase de réaction. De là la différence d'intensité de l'attaque par rapport aux ruissellements temporaires de l'eau simplement chargée de gaz qui tombe des nuages. Entre l'érosion générale de la surface et le creusement spécial des rainures, la balance s'établit à quelques millimètres de creux, une dizaine tout au plus, à moins de circonstances exceptionnelles, et, seules, prennent en général une profondeur plus grande, les lignes de surverse des petits réservoirs où s'élaborent les dissolutions complexes des acides humiques ou végétaux.

Cet ensemble de sculptures superficielles constitue aux calcaires fins une physionomie tellement particulière qu'on pourrait presque la considérer comme spécifique si, parfois, par suite d'une texture analogue, certains bancs inférieurs n'étaient susceptibles de la

reproduire. Elle s'étend d'ailleurs du haut en bas de l'étage, à peine interrompue, très exceptionnellement, par quelque tache de dolomitisation.

2. **Coupes naturelles.** — Des coupes verticales du Séquanien sont encore plus rares que celles de l'Oxfordien, et visibles aux mêmes places, c'est à dire dans des *barres* généralement inabordables. Aussi ne pourrait-on guère établir une échelle intérieure que par l'analyse de coupes biaises et par le numérotage des imbrications successives qu'on rencontre fréquemment vers le bas des *hubacs*, c'est-à-dire des relèvements à plongement septentrional des grandes nappes de la région. Mais cette analyse, vu le peu de différence qui se manifeste du bas en haut, n'a pas encore été tentée, et serait certainement très délicate, vu l'inégale fréquence des apparitions de fossiles. Tout ce que peut dire, à titre d'indication, M. Guébhard, c'est que l'horizon des grandes *Oppelia oteropleura*, *O. trachynota*, etc., lui a laissé l'impression d'être plutôt inférieur à celui des *Perisphinctes subfascicularis*, qui se montre toujours le plus supérieur, touchant au niveau à *Rhynch. trilobata*, avec un faciès un peu marneux, qu'accentue sa superposition à un banc encore moins calcaire, tout divisé en grosses miches, rappelant l'Oxfordien ou même le Bathonien.

3. **Gisements fossilifères.** — Presque partout où les bancs séquaniens se montrent en nappes assez largement étalées, apparaissent, en même temps qu'une fissilité spéciale, qui va jusqu'à créer un aspect de calcaire en plaquettes analogue au Callovien, des fossiles clairsemés que le jeu des actions météoriques détache avec délicatesse.

L'hubac du Thiey, quand on y monte par l'extrémité orientale, à partir de la Baisse de Barlet, a fourni à M. Guébhard les premiers fossiles qu'il regarde comme d'un horizon un peu inférieur. Les mêmes se retrouvent en de nombreuses places de l'immense nappe doucement ondulée qu'étale sur le dos de l'Audibergue, beaucoup plus largement que ne l'indique la Feuille de Nice, un Séquanien dont on peut ramasser les fossiles, tantôt supérieurs, tantôt inférieurs, depuis la coupure de la route de Saint-Vallier à Thorenc, par Graoubelle, jusqu'au Vallon de Fouras, au dessus de Clars, en passant derrière le signal (point 1615) qui domine la source du Beiral. C'est la même nappe qui, encore qu'étriquée sur la Feuille, a fourni à M. Guébhard, en arrière du sommet de la montagne de Caran, la plus belle récolte du niveau à *Perisph. subfascicularis* qu'il eût jamais rencontrée, après toutefois celle de la Colle

de Mons. Car, ici, sur le col qui sépare Escragnolles de Mons, se trouve le gisement remarquable dont M. Kilian a donné, dans sa première notice, une coupe [1] et où le regretté collecteur Mirapel allait sans doute chercher les Ammonites, objet de retentissantes discussions, qu'il envoyait à Hébert [2]. Le morceau-type que représente la fig. 2 de la pl. XLVIII donne une idée de sa richesse.

Cependant les calcaires séquaniens, quoique un peu marneux, ne le sont que juste assez pour préparer la besogne à la gelée, et point suffisamment pour renouveler indéfiniment leurs trésors. Ceux de l'Hubac de Caran ne se sont, sans doute, montrés si riches que parce qu'ils étaient découverts pour la première fois. Ceux de la Colle de Mons pourraient d'autant plus réserver des déceptions, qu'ils sont recueillis chaque été, sur place, par un des jeunes châtelains de La Colle, M. Raymond Jourdan. Aussi M. Guébhard dut-il s'estimer heureux de ce que, pendant le court arrêt fait par les excursionnistes du 7 septembre à un tout petit gisement, de quelques mètres à peine, près de St-Vallier, au km. 32,6 de la route 85, plusieurs échantillons déterminables purent être rencontrés.

Aux points déjà cités il faut en ajouter quelques-uns sur l'Hubac du Cheiron, à la limite occidentale de l'Oxfordien ; d'autres à l'E. de Calern, à partir du Collet de Rougiès, de la crête duquel provient le *Lytoceras Orsinii* Gem., représenté Pl. XLIX, fig. 1 ; un autre, plus à l'est encore, au Clos d'Oubriac, de Gourdon; toute une série dans la haute vallée synclinale de la Juillée, sur terroir de Cipières; un assez intéressant à l'extrémité sud-est du plateau de Caussols, à Pierre-Haute; un fort bon, sur le plateau de Bliauge, qui, malheureusement, ne fait pendant que par sa position et disposition, mais point par sa richesse, au plateau voisin du Pézou (vrai nom de la montagne qui porte sur son flanc discontinu les bastides des Louquiers), dont la Colle de Mons n'est qu'une apophyse ; d'autres enfin sur la crête de Bliauge, près de la bâtisse ruinée dite le Fort; à St-Pierre de Mons, au-dessus de l'Oxfordien et Callovien déjà cités ; dans le ravin du Fil, au gué du sentier des Costes; dans le synclinal, tout séquanien, de la haute Plaine de Malay; tous points indiqués par M. Guébhard sur sa *Carte de Mons* au 1/50000 [3], mais attribués à d'autres rubriques sur la Feuille de Castellane.

D'ailleurs il ne faudrait pas s'illusionner sur la longueur de cette

1. *Loc. cit. B. S. G. F.*, (3), XXIII, 1895 ; p. 961.
2. Hébert, Age des couches supérieures du terrain jurassique d'Escragnolles. *B. S. G. F.*, (2), XXVII, 1869 ; p. 122.
3 *Loc. cit.*

énumération. En réalité, le Séquanien, après des années d'exploration, n'avait pas encore livré sa signature, et de nombreuses autres années de parcours en terres vierges furent encore nécessaires pour arriver à fournir à M. Kilian les éléments de la grande liste qui va suivre.

4. Diagnose. — Le Séquanien, généralement, se présente avec des rapports assez nets pour qu'il n'y ait pas grande marge à l'hésitation. Cependant le faciès à plaquettes, encore assez fréquent, risque, la première fois qu'on le voit, d'induire en doute si quelque fossile connu ne se présente immédiatement aux yeux. Mais, même alors, la couleur apparaît toujours beaucoup plus claire, le gris et le jaune plus lavés de blanc que dans les niveaux inférieurs, la patine moins noire, la cassure toute lisse, point chagrinée comme celle du Callovien, et exceptionnellement tigrée de rouille comme celle de l'Oxfordien. Et même la forme des plaquettes diffère ; elles n'ont jamais les bords à pic, la cassure anguleuse, les facettes parallélipipédiques que montrent toujours quelques-unes de celles du Callovien ; les bords sont irrégulièrement amincis, les surfaces de cassure courbes et point planes, la rupture au marteau beaucoup plus franche, sans résistance élastique.

Quant aux bancs marneux en miches, ils ne le sont jamais assez pour donner les délits grumeleux de l'Oxfordien, encore moins les gravats panachés, blancs et jaunes, du Bathonien.

5. Orographie. Culture. — Par la compacité de ses bancs, le Séquanien se détache presque toujours, en masses d'un gris bleu très clair, à lichens blancs et roses, entre l'Oxfordien, plus tendre, et le Virgulien, souvent dolomitique à sa base. Bien peu de terre arrive à se loger entre les strates ou dans les fissures, d'où émergent avec prédilection les touffes de la *Stipa pennata* L. Souvent le chêne y pourrait réussir. Mais sur la nudité des montagnes réservées au pacage, les bancs du Séquanien font une zone plus aride, où la parallélisme des bancs mis à jour géométrise en savantes ellipses ou paraboles les sections courbes des masses feuilletées et signale de loin les mouvements tectoniques que découvrirait difficilement sur place, dans le cercle étroit de rayon visuel, l'œil le plus scrutateur.

Seul l'effondrement des dolomies sous-jacentes, en créant parfois des dolines, ainsi que nous l'avons précédemment indiqué, permet de ci de là l'installation de quelques cultures, jadis recherchées, aujourd'hui presque toutes abandonnées.

6. Liste des fossiles recueillis dans les calcaires sublithographiques à *Ammonites* [1]

Belemnites (*Hibolites*) du gr. de *B. hastatus* Bl. ;
Phyllocer as (*Sowerbyceras*) *Loryi* Mun.-Chalm. (= *Ph. Silenus* Font.);
— cf. *Loryi* Mun.-Chalm.
— *protortisulcatum* Pomp. (rare) ;
— cf. *præposterium* Font. ; (cité également par M. Potier des environs de Vence) ;
— *Gorgoneum* Font. ;
Lytoceras Orsinii Gemm. (Pl. XLIX ; fig. 1). Un bel échantillon de 13 c. de diamètre ; présente les mêmes caractères que la forme figurée par M. Gemmellaro (Sopra alcune Faune Giur., etc. ; Pl. VIII, fig. 23) de la zone à *Aspidoceras acanthicum* de Burgelamini. La même espèce a été figurée également par M. Canavari en 1896, de la zone à *Aspidoceras acanthicum* des environs de Camellino (*Paleontographia italica*, vol. II) ; elle est caractérisée par la croissance rapide de ses tours et par son ornementation formée de stries inégalement accusées et légèrement dirigées en arrière vers la partie externe des flancs. Cette espèce existe à Crussol ; à Iberg, en Suisse ; à Talloires (Haute-Savoie), etc., dans les couches à *Asp. acanthicum*. Collet de Rougiès, au N.E. de Caussols.
Lissoceras (*Haploceras*) *Fialar* Opp. sp. ; environs d'Escragnolles ;
— *carachteis* Zeusch. sp. :
— *subelimatum* Font. sp. ;
Ochetoceras cf. *semifalcatum* Opp. sp. (joli échantillon, forme très rare); Escragnolles ;
Neumayria Strombecki Opp. sp. (conforme à la figure de Loriol. Baden, Pl. IV, fig. 1) ;
— *Frotho* Opp. sp. ;
— *Nereus* Font. ;
Neumayria oteropleura Font. sp. ;
— *hemipleura* Font. ;
— *trachynota* Opp. sp. ;
— *pseudoflexuosa* Favre sp. ;
— *compsa* Opp. sp. ;
— cf. *steraspidoides* Font. sp. ;
— sp. ;
— *tenuisculpta* Font. sp. ;
— jeune du gr. de *N. pugilis* Neum. sp. ;

1. La riche faune de cet horizon peut être étudiée, comme les précédentes, dans les Collections de l'Université de Grenoble, où se trouvent réunies et classées les belles séries recueillies par M. le Dr Guébhard, ainsi que les riches récoltes de M. Ph. Zürcher dans les Alpes-Maritimes et les Basses-Alpes, réalisant ainsi un ensemble fort remarquable des richesses paléontologiques du Jurassique provençal.

Oppelia cf. *tenuilobata* Opp. sp.;
— *valentina* Font.;
— *levipicta* Font., de Gréasque (?) (coll Sayn);

Perisphinctes lictor Font. Espèce très abondante dans les Préalpes Maritimes, en échantillons de toutes tailles et notamment en très beaux exemplaires de grand diamètre, passant parfois à *Per. polyplocoides* Font. (= *Per. polyplocus* Font. *non* Reinecke), rappelant la figure publiée par Dumortier et Fontannes (p. 85, Pl. XIII, fig. 1), ainsi que celles qu'a données Quenstedt de plusieurs formes de ce groupe. (Am. des Schwäb Jura, Pl. 105 et 123, fig. 1-3) (*Per. Ernesti* Qu., *Per. grandiplex* Qu.). Cette espèce a été souvent confondue à l'état adulte avec *Per. Achilles* d'Orb. sp., dont le jeune (d'Orbigny, Ceph. Jur. Pl. 206) n'a pas les côtes fasciculées du véritable *Per. lictor*. Elle est aussi bien voisine de *Per. frequens* Opp. sp. et de *Per. polyplocoides* Font.

M. Sayn nous a communiqué de la collection Garnier un exemplaire de cette espèce, provenant de « Gréasque » près Escragnolles (probablement Briasq, aucun point de la commune d'Escragnolles ne portant la dénomination de Gréasque, ainsi qu'il résulte des recherches de M. Guébhard à la mairie de ce village; le quartier de « Briasq » est, au contraire, bien connu). — Cet échantillon avait été étiqueté: *Am. polyplocus* Quenst. de la main même de Garnier.

Perisphinctes evolutus Kil. = *Am. lictor evolutus* Qu. (Am. Schwäb. Jura, Pl. 105, fig. 2). — Un exemplaire.

Perisphinctes subfascicularis d'Orb. sp. Echantillons très nombreux dont plusieurs munis de leur péristome. Forme conforme au type, très commune dans la région, notamment à la Colle de Mons et à Calern; feu A. Chaix en avait recueilli également un bel exemplaire adulte. Cette espèce, dont le type est de Caussols, a été figurée à tort par d'Orbigny parmi les Céphalopodes crétacés (Pl. XXX, fig. 12) et paraît être identique à ce que Quenstedt a figuré dans ses « Ammoniten des Schwäbischen Jura »; Pl. 103, fig. 1 et 9, sous le nom d'*Am. planulatus parabolis*; elle est bien distincte, dans ses variétés extrêmes, de *Perisph. Lothari* Oppel., qui a les tours plus larges et les côtes ombilicales moins régulières; elle se rapproche également de *Per. effrenatus* Font. (Am. du Château de Crussol; Pl. IX, fig. 6); mais ce dernier a les côtes moins droites, moins infléchies en avant et des étranglements moins fréquents.

Il existe, du reste, spécialement dans les matériaux recueillis par M. Guébhard, toutes les formes de passage entre *Per. subfascicularis*, *Per. Lothari*, *Per. inconditus* et *Per. effrenatus*, qui sont des espèces très voisines l'une de l'autre et comprises toutes par Quenstedt dans son *Am. polyplocus parabolis*;

Perisphinctes polyplocus Quenst. (Am. des Schwäb. Jura, Pl. 103, fig. 12); = *Am. Lothari* de Loriol (Baden, Pl. X, fig. 8). Échantillon de Caramail près Comps;
— *polyplocoides* Font. (= *Am. polyplocus* Font. *non* Rein.);

assez commun. Forme type et nombreuses variétés. Hubac de Thiey, etc.;

Perisphinctes polyplocoides Font. (Échantillon de Gréasque (?). Coll. Garnier). M. Sayn, a ajouté de sa main: « sans étiquette, mais très conforme par la gangue aux autres fossiles de Gréasque avec lesquels ils se trouvait; il provient à peu près très certainement de ce gisement ». Cette forme est plus éloignée de *Per. Lothari* que le véritable *Per. polyplocus* de Reinecke. L'*Ammonites polyplocus breviceps* de Quenstedt (Am. Schw. Jura, Pl. 103, fig. 2) rappelle beaucoup cet échantillon;

— *inconditus* Font. Très commun (voir Pl. XLVIII, fig. 2);

— *effrenatus* Font. (forme type). Très commun; variétés très nombreuses. Se retrouve abondante au Plan de Canjuers (Var);

— — (jeunes exemplaires) Font. Cannaux, Mons;

— *Lothari* Opp. sp. Assez rare:

— *polyplocus* Rein. Assez rare;

— *Roberti* de Loriol (Un exemplaire);

— *discobolus* Font.;

— *hypselocyclus* Font. (forme type);

Nombreuses formes voisines de *Perisph. hypselocyclus* Font. et représentant, avec les précédentes, le groupe des *Ataxioceras* de Fontannes;

Perisphinctes Güntheri Opp. sp.;

— cf. *Janus* Choffat; Mons;

— *unicomptus* Font.;

— — var. *densicosta* Choff.; Saint-Vallier;

— *divisus* Qu. (Am. des Schwäb. Jura, Pl. 106, fig. 1); Mons;

— *simoceroides* Font.;

— gr. de *Lincki* Choffat;

— cf. *pseudobifurcatus* Choff.; Colle de Mons;

— *Roubyanus* Font;

— cf. *Roubyanus* Font.; Saint-Vallier, la Graou;

— *Ribeiroi* Choffat (v. ci-après Pl. XLVIII, fig. 2);

— *stenocyclus* Font.;

— *Basilicæ* Favre;

— *Balderus* Opp. sp. (*in* de Loriol, Baden, Pl. xv, fig. 7-8);

— *Delgadoi* Choffat;

— *Mogosensis* Choffat;

— *Choffati* n. sp. (= *P.* aff. *danubiensis* Schloss. *in* Choffat; non *Per. danubiensis* Schloss.);

— adultes et jeunes du groupe de *P. capillaceus*;

Perisphinctes lacertosus Font.;
— *balnearius* de Loriol, var. *retrofurcata* Font.;
— *contiguus* Cat.;
— *prænuntians* Font.;
— *subdolus* Font.;
— gr. *ardescicus* Font.;
— sp.;
— n. sp. (*P. colubrinus* Font. *non* Rein.);
— *crussoliensis* Font. (conforme à la fig. de de Loriol, Baden, vol. v, fig. 7-8);
— (*Stephanoceras ?*) sp. grande espèce; du groupe de *Per. Frischlini* Opp. (= *trifurcatus* Quenst., v. de Loriol, *Oberbuchsiten*, Pl. vii);
— (*Stephanoceras ?*) *Frischlini* Opp. sp. (v. ci-après, Pl. XLIX, fig. 2*a*, 2*b*) (= *Am. trifurcatus* Quenst. var.);
— *trimerus* Opp. sp. Individu intéressant, plus grand que les exemplaires figurés, à côtes plus grossières, mais se rapportant sûrement à cette espèce par l'ensemble de son ornementation;
— *Eumelus* d'Orb. sp. (espèce citée à Crussol par M. Toucas); 2 exemplaires;
Aulacostephanus cf. *Phorcus* Font. (*in* de Loriol, Baden); Mons, Cannaux;
Peltoceras aplati, probablement *P. bicristatum* Rasp. sp. (= *P. bimammatum* Schl.);
— cf. *bicristatum* Rasp. sp. (= *P. bimammatum* Schl.) (var.).
— — Rasp. sp.; Hubac de Clars près Escragnolles;

Ces derniers échantillons proviennent-ils d'un horizon distinct et inférieur à celui qui a fourni les autres espèces de cette liste ? il est difficile de le dire, leur gangue étant identique à celle des autres Ammonites énumérées ci-contre;

Simoceras Sautieri Font. (voir ci-après, Pl. L, fig. 2*a*, 2*b*); assez rare;
— *Malleti* Font. (jeune) (voir ci-après, Pl. L, fig. 1);
— *Guillerandense* Font. (très remarquable);
— *Herbichi* von Hauer *in* Neumayr (typique); rare;
— *Doublieri* [1] d'Orb. sp. (De Loriol, Baden, Pl. vi, fig. 7; Dumortier et Fontannes, Pl. xvii, fig. 3); deux exemplaires; est également cité de Beauduen (Var);
— *allobrogicum* Pillet (*in* Favre); très rare;
— *favaraense* Gemm (*in* Favre, Kimm., Pl. vi, fig. 3); remarquable forme; existe aussi de Gréasque (Briasq);
— *rachistrophum* Gemm.;
— *peltoideum* Gemm.; rare;

1. Forme très répandue à Crussol, en Suisse, à Lémenc (Savoie), à Grenoble, etc.; débute dans le Séquanien.

Simoceras Cafisii Gemm. (v. ci-après, Pl. L, fig. 3) ; un échantillon (= *Am. planula planus* Quenst.);
Aspidoceras sesquinodosum Font.;
— *altenense* d'Orb. sp. ; assez commun (v. Favre, Kimm., Pl. VII, fig. 5);
— *acanthicum* Opp. sp. Caussols, Rouvière;
— gr. *acanthicum* Font. ;
— gr. *liparum* Opp. (avec *Aptychus latus*) ;
— *diastrophum* Font. (Forme coudée très remarquable) ;
— *Haynaldi* von Hauer sp. ; *in* Font. ;
— cf. *Haynaldi* v. Hauer sp. ;
— du gr. de *A. circumspinosum* Quenst. sp. ; un exemplaire mal conservé ;
— cf. *rupellense* d'Orb., ou *A.* cf. *hypselum* Opp. sp. (cette dernière forme est une espèce de la zone à *Pelt. bimammatum*) ;
— *catalaunicum* de Lor. (Gréasque. Coll. Garnier) (voisin de *A. longispinum* Sow. et de *A. iphicerum* Opp. sp.) ;
Sutneria platynota Reinecke (= *Am. Reineckianus* auteur ; Colle de Mons et autres gisements);
Ammonites gen. ? Curieuse Ammonite provenant de Mons et portant une costulation voisine de celle de *Perisphinctes rota* et une *carène* très nette. S'agit-il d'une monstruosité comme en a citées Quenstedt, c'est-à-dire d'un *Perisphinctes* à carène, ou bien d'une autre forme ? Il est difficile de le dire, l'échantillon étant unique et incomplet. — (Nos 1188 et 1828 de la coll. Guébhard).
Aptychus latus Font. (*Aptychus* d'*Aspidoceras*) ;
— *punctatus* Voltz (= *A. imbricatus* H. v. Meyer) (*Aptychus* de *Neumayria*) ;
Nautilus sp. (indéterminable) ;
Exogyra sp. ;
Pecten (*Chlamys*) sp. ;
— du gr. *vimineus* ;
— (*Amussium*) sp. ;
Velopecten (*Hinnites*) *spondyloides* Roem sp. ;
Plicatula sp. ; Mons. ;
Terebratula datensis Favre ;
— *Bauhini* Et. (Douvillé) ;
— indéterminable ;
Collyrites (*Spatangus*) *capistrata* Goldf. (provenance incertaine) ;
Pentacrinus indéterminable ;

Principales provenances. — Saint-Vallier (Plan de Caille, route Nationale km. 32,6, Le Puet, Grande Carraire, sous le Collet de Gasq, Rouvière, La Glacière, l'Oudide) ; Caussols (Hubac de Caran, Pierre-Haute, Les Cabanes); Escragnolles (Combe d'Andon, Fouras, l'Aup, le Rancin, Conrouan, La Graou, La Colle, sommet

de l'Audibergue à l'E. du Beiraou, Briasq); Andon (Graou belle); Canaux (Hubac de Thiey); Cipières (Collet de Rougiès, la Juillée, la Faye, Clauvas, Calernet); Gourdon (Clos d'Oubriac, Cavillore); Coursegoules (Hubac du Cheiron, chemin de Vescagne, les Termes, Nougueiret, Saint-Valentin, l'Adrech d'Eynési, Saint-Barnabé); Vence (Baou des Noirs, Petit Plan de Noves); Mons (La Colle, le Pézou, Saint-Pierre, Sous les Louquiers, le Palet, le Fort, plateaux de Bliauge, Pra Long de Saint-Marcellin, Basses Costes du Fil, Vallon de Janèsou); Comps (Caramail); Canjuers (le Plan); La Roque Esclapon (Lachen); Brovès (Plaine de Malay, la Colle, route de Bargemont km. 10, Bourillon).

7. **Résumé paléontologique et stratigraphique.** — Cette faune est identique à celle que nous avons signalée, en 1896, dans le Var au Plan de Canjuers, d'après les récoltes de MM. Ph. Zürcher et Guérin; d'autre part MM. Vélain, Hollande, Bachet et Dieulafait avaient indiqué l'existence des « Couches à *Am. polyplocus* », à la Colle de Mons.

De faciès vaseux à Céphalopodes, les calcaires sublithographiques des Préalpes Maritimes correspondent exactement aux calcaires à *Perisphinctes polyplocus* et *Oppelia tenuilobata* de la Montagne de Crussol (Ardèche)[1], dont ils contiennent la plupart des espèces, sans qu'il ait été encore possible d'y distinguer cependant, comme dans l'Ardèche, un horizon inférieur à *Perisphinctes polyplocoides*, *Perisph. Lothari*, *Perisph. unicomptus*, etc., d'un horizon supérieur à *Lissoceras Fialar*, *Aspid. acanthicum*, *A. altenense* et nombreuses *Neumayria*. Cependant il est incontestable que ce sont les formes du niveau inférieur de Crussol qui dominent ici.

Cette association de Céphalopodes, d'une richesse exceptionnelle, se distingue toutefois par la prédominance des *Perisphinctes* du groupe de *Perisph. subfascicularis*, qui jouent ici, comme au Plan de Canjuers[2], un rôle prépondérant.

A noter également: le petit nombre d'individus de *Neumayria* si fréquentes à Crussol, la rareté des *Polygyrati* et l'abondance de *Perisphinctes* identiques[3] à celles de cette localité classique.

1. Toucas. Jurassique supérieur de la vallée du Rhône. *B. S. G F.*, (3), XVI, 1888, p. 907. — Id. Jurassique supérieur de l'Ardèche. *Id.* XVII, 1889, p. 732.

2. W. Kilian. Réunion extraordinaire de la Société Géologique dans les Basses-Alpes. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, 1895, p 674 et p. 925.

3. Nous avons fait figurer une plaque de la Colle de Mons (Pl. XLVIII, fig. 4) couverte de *Perisphinctes (Per. inconditus* Pont. et *Per. Ribeiroi* Choffat) qui donnera une bonne idée de l'abondance avec laquelle se présentent ces Ammonites dans certains bancs.

Le groupe du *Perisph. lictor* (*Per. Achilles* de Loriol et *Per. grandiplex* Quenstedt) joue ici, avec le *Perisph. subfascicularis* le rôle prédominant dévolu dans les autres régions, à *Perisph. Lothari*. Les groupes de *Per. effrenatus* et *P. inconditus* se font remarquer par leur fréquence. L'*analogie* avec les *couches de même âge de Souabe* est frappante ; le caractère méditerranéen est cependant accentué par l'abondance relative des *Simoceras*, par quelques *Phylloceras* et par *Lytoceras Orsinii*.

L'ensemble, très varié et remarquable par le nombre des individus, possède bien, par les formes qui y prédominent, un cachet nettement séquanien. Les espèces suivantes paraissent cependant appartenir à un niveau un peu plus élevé (Kimeridgien) et semblent indiquer que le faciès lithologique du Séquanien englobe peut-être aussi, dans notre région, les premières couches kimeridgiennes ; en tous cas elles occuperaient la partie terminale du Séquanien :

Phylloceras (*Sowerbyceras*) *Loryi* Mun.-Ch. (= *Silenus* Font.) ;
Lytoceras Orsinii Gemm. ;
Ochetoceras Palissyanum Font. ;
Lissoceras carachteis Zeuchner sp. ;
— *subelimatum* Font. ;
Neumayria cf. *steraspidoides* Font. ;
Oppelia valentina Font. ;
— *levipicta* Font. ;
Perisphinctes Basilicæ Favre ;
— *capillaceus* Font. ;
— *contiguus* Cat. ;
— cf. *danubiensis* Schloss. ;
— *ardescicus* Font. ;
— *Frischlini* Opp. sp. ; (monte, en Souabe, jusque dans le Jura blanc δ) ;
— (?) *Eumelus* d'Orb. sp. ;
Aulacostephanus Phorcus Font. ;
Simoceras rachistrophum Gemm. ;
— *favaraense* Gemm. ;
— *Guillerandense* Font. ; } montent, à Crussol,
— *Malletianum* Font, ; } au-dessus du Séquanien ;
Aspidoceras catalaunicum de Lor. sp. ;
— *altenense* d'Orb., sp. ;

Cet ensemble de formes paraît correspondre au niveau à *Aulacostephanus Eudoxus*, *Perisph. Eumelus*, *Waagenia Beckeri*, *Lissoceras Stascycii* qui surmonte le Séquanien de Crussol, contient encore *Asp. acanthicum* et supporte « les calcaires du Château » à *Oppelia lithographica*.

Il y a lieu de rappeler également la présence, dans ces mêmes assises, de trois exemplaires de *Peltoceras bicristatum* Rasp. sp. (= *bimammatum* Qu.) (N°s 1832, 1823 et 1301 de la collection Guébhard); ils ont exactement la même gangue que toutes les espèces précédentes et paraissent provenir des mêmes couches dont ils caractériseraient probablement la partie inférieure.

Près de la Colle de Mons, nous avons recueilli, dans la base de l'assise, du côté de l'Aubarède, un exemplaire de *Perisph. Tiziani* Opp., espèce également rauracienne ; (on observe à ce niveau une *intercalation zoogène* intéressante, la plus inférieure de la région).

Nous croyons pouvoir conclure de ces remarques que l'assise dont nous venons d'analyser la faune, correspond stratigraphiquement à la fois au Rauracien supérieur, au Séquanien proprement dit et à la base du Kimeridgien [1].

VI. Calcaires à Brachiopodes et calcaires lithographiques de Ferrier (*Kimeridgien supérieur* [2] *et base du Portlandien*).

1. Généralités. — a) Est-ce au Virgulien qu'il faut rattacher les horizons inférieurs que nous allons décrire? Ces deux niveaux fossilifères sont-ils bien réellement équivalents, se substituant l'un à l'autre, comme il a paru jusqu'à présent, ou superposés, comme ce n'a pu être encore constaté ?

Il en est un, tellement constant sur les points les plus extrêmes observés, qu'il est difficile de se défendre de l'idée d'une nappe absolument continue, jamais substituée, et devant exister même là où on ne l'aperçoit point: c'est un gros banc tout pétri de *Rhynchonella trilobata* Zieten sp. et de diverses Térébratules du groupe de *T. farcinata* Douv., qui, tantôt très dur, ne laisse apercevoir que d'innombrables sections, tantôt plus ou moins marneux et gélif, permet de récolter, sur le sol ou au moindre coup de marteau, des quantités de Brachiopodes bien détachés. Quelquefois quelque petite Ammonite s'y mêle, et cela ferait incliner vers un rattachement plus inférieur, car jamais aucun Céphalopode n'apparaîtra plus au dessus, à l'exception d'une mauvaise empreinte de *Peris-*

1. J'ai récolté moi-même *Aulacostephanus Eudoxus* d'Orb. sp. dans le Ptérocérien typique de Rôce près Montbéliard (Doubs). — W. K.

2. On a vu plus haut que, dans la région qui fait l'objet de cette étude, la base du Kimeridgien (Ptérocérien), dont quelques Ammonitidés semblent nettement attester la présence, se trouve lithologiquement confondue avec le Séquanien. — On verra, en outre, que l'assise que nous allons décrire empiète sur le Portlandien inférieur.

phinctes indéterminable ramassée parmi les amoncellements de silex de l'hubac de Briasq, en face Escragnolles.

Mais d'autres fois les nids de Rhynchonelles enferment aussi quelque œuf de silex, qui resserre le lien avec le Virgulien supérieur.

b) Avant de passer à celui-ci, et à la même place où se montre habituellement la *Rhynch. trilobata*, qui, alors, ne se montre pas, l'on peut observer parfois un horizon dolomitique, qui s'est signalé, aux deux seuls endroits où il ait été noté jusqu'à présent, par de superbes nids d'une autre Rhynchonelle très belle, la *Rhynchonella Astieriana* d'Orb., qui avait bien été trouvée déjà exceptionnellement dans les silex du Virgulien de Bliauge avec le magnifique Polypier, *Stylina parcicosta* Koby sp. dont la planche LI, figure 6, représente un petit fragment, mais dont le gisement majeur avait toujours paru jusqu'alors réservé aux calcaires saccharoïdes de la base du Portlandien, et encore à l'état rare, et rarement en bon état.

Aussi, fut-ce une surprise, récemment, que d'en ramasser, par vingtaines d'exemplaires intacts, avec leur test blanc nacré, tout près de Saint-Vallier, au gué de la Grande Carraire sur le vallon d'Arboin, dans une noire dolomie, démentant exceptionnellement la réputation de stérilité de ses congénères. Peu de jours après, M. Paul Goby, retrouvait un gisement tout aussi riche, quoique déjà un peu plus marno-calcaire et moins dolomitique, du même banc, au sud du Pilon de la route de Grasse à Saint-Vallier, sur la lisière d'une petite pinède (propriété Merle).

c) Immédiatement au-dessus de ce banc se montre, aux deux places observées, d'ailleurs distantes d'à peine 1 km., un lit dolomitique tout pétri d'Encrines, qui avait déjà été noté en maints autres endroits (notamment au quartier de Plan Bousquet dans le Défens de Saint-Vallier) où il avait frappé par sa ressemblance avec le banc analogue de la base de l'Oxfordien [1].

Or, ce *banc à Encrines*, regardé de fort près, à cause de la méfiance qu'il inspirait, avait fini par être identifié avec un autre, vu déjà très souvent, mais qui, par son manque de fossiles, par son mélange incoordonné avec des dolomies molles, absolument indiagnosticables, n'avait pas laissé que d'occasionner, de son

1. Doute encore aggravé par la constatation que vient de faire M. M. Lissajous, que, parmi toutes les Encrines envoyées comme appartenant à ce niveau, aucune espèce n'avait été jusqu'alors signalée plus haut que le Rauracien inférieur : *Balanocrinus subteres* Münster, *B. Campichei* de Loriol, *B. pentagonalis* Gdf.

côté, d'assez longues perplexités, jusqu'à ce qu'eût levé tous les doutes l'étude détaillée d'une stratigraphie assez compliquée, en bordure du synclinal spiral décrit autour de la chute périclinale du Prignon par les plis venus de la cuvette de Saint-Cézaire.

d) Il s'agit de blocs à arêtes et surfaces toujours émoussées, semblant des noyaux résiduels de la dissolution de masses moins résistantes, et montrant à la cassure une pâte compacte, d'un grain mat, très fin, cristallin, homogène, mais tout tacheté de *mouchetures stelloïdes* de toutes petites arborescences rayonnantes de manganèse, qui ressortent en rosaces d'un noir fondu, sans relief, sur le fond quelquefois blanc, mais le plus souvent foncé, jaune ou gris, ou même rose, comme des sections de petits nodules formés en pleine pâte autour de centres disséminés d'attraction, et non comme un dépôt givreux *a posteriori*, de surface libre ou de condensation dendritique interstitielle. On en trouverait un exemple, au plus près de Saint-Vallier, entre les deux branches du premier lacet de la route de Thorenc, au quartier de Lou Brec.

e) C'est au dessus de cet horizon, toujours plus ou moins dolomitique, que se développent les gros bancs de *calcaires à silex*, d'un blanc parfois si pur et d'une pâte si identiquement saccharoïde (Bliauge) que c'est aux silex seuls qu'on parvient à les distinguer du Portlandien qu'ils supportent, car leurs fossiles, quand, par bonne fortune, on en aperçoit, aideraient plutôt qu'ils ne remédieraient à la confusion, tant ils se montrent, plutôt que les précurseurs, les vrais sosies de ceux qui doivent suivre.

f) Heureusement le faciès habituel a plutôt, comme trame calcaire, la pâte fine gris clair des bancs subordonnés, dont le distingue à première vue le relief d'abondants silex. Encore y a-t-il, pour ces apparitions, comme nous l'avons déjà vu pour l'Oxfordien, deux modalités très diverses ; l'une, habituellement concomitante d'un commencement d'altération dolomitique du support, affecte l'aspect d'excroissances fungoïdes ou plutôt encore coralloïdes, que renforce, dans ce dernier sens, mais sans qu'un proche examen en justifie l'impression, leur criblure vacuolaire d'une multitude de petits trous, ne simulant que grossièrement la régularité des alvéoles de certains corps organisés, éponges ou coraux, mais rappelant plutôt les soufflures qui se produisent dans le passage à l'état solide de certains minéraux fondus évacuant les gaz occlus. L'excursion du 6 septembre en a pu voir des exemples au Col de Ferrier, et il y en a de plus frappants encore sur la

crête, dite de Colle Quenouille, couronnée d'un tumulus fouillé, qui s'allonge, à Saint-Vallier, entre les coudes que font, à leur entrée dans les gorges de la Siagne, le plus vieux haut sentier de Castellane, allant contourner les sources, et la route « royale » inférieure (aujourd'hui chemin vicinal), que suivit, en 1815, la troupe de Napoléon..

g) L'autre modalité des silex, coïncidant ordinairement avec un affinement de la pâte calcaire, est celle d'inclusions alignées en cordons de nodules et rognons arrondis, souvent zonés de gris clair sur blanc, et se distinguant par leur cassure franchement conchoïdale et lisse de la fragmentation à facettes planes et de la matité de pierre brûlée que montrent les silex bajociens. Moins facile à formuler serait la distinction de certains silex oxfordiens, ceux, par exemple, de la crête orientale du Cheiron : c'est à la gangue, alors, et aux fossiles qu'il faut s'adresser.

h) Pour la gangue même, il y a parfois des transformations horizontales très notables, Ici le calcaire presque blanc est totalement remplacé par une *dolomie* toute noire, dont rien, hors sa position et quelques silex altérés et comme pourris, ne révèle le véritable état civil (Plateau de Calern, au N. de Caussols ; gorge supérieure de la Friyère, au sud du chemin du Plateau de Camplong, limite des communes de Saint-Vallier et Saint-Cézaire, en bordure, avec blocs portlandiens, d'un lambeau de Poudingue pontien, posé sur le Bathonien supérieur). Là, c'est une marnosité de plus en plus accentuée du calcaire, avec disparition progressive des silex, allant jusqu'à donner de véritables *dalles*, que la finesse de leur pâte *lithographique*, absolument comparable à celle des meilleures pierres de Solenhofen, a désignées, à de nombreuses reprises pour des tentatives d'exploitation, que fit abandonner, sans doute, soit la trop grande fragilité des bancs trop superficiels, seuls entamés, soit l'existence de quelques veines ferrugineuses ou rares sections de coquilles.

i) Celles-ci sont tellement enrobées dans la roche que, seule, l'accumulation d'action d'une longue érosion superficielle parvient à en mettre quelques-unes à jour. M. Guébhard crut y reconnaître, à première vue, la fameuse *Exogyra virgula* Gdf., objet de discussions répétées entre Hébert et Coquand, qui [1], n'ayant pu retrouver le fossile entre Cuers et Brignoles, où d'Orbigny disait l'avoir

1. H. Coquand. Nouvelles considérations sur les Calcaires jurassiques à *Diceras* du Midi de la France, en réponse à la note de M. Hébert du 9 nov. 1868. *B. S. G. F.*, (2), XXVII, 1869, pp. 73-106; p. 81.

recueilli, finit, sur la foi du même d'Orbigny, par prendre un instant pour virgulienne une faune de Valbonne (A.-M.), qu'il reconnut bientôt [1] pour bathonienne, étant sans doute semblable à celle qu'on voit [2] à Roquevignon, à Cabris, etc. dans la dolomie jaune inférieure à la *Rh. decorata* !

Quoi qu'il en soit, la trouvaille bien authentique, de l'*Exogyra virgula* [3], dûment reconnue comme typique par M. Kilian, et bientôt confirmée par lui, sur place, par la constatation de l'extraordinaire ressemblance de faciès du lieu de la trouvaille (la colline de Ferrier, pl. XXV), avec les grandes exploitations de Souabe et Franconie, ne laissait pas que d'avoir encore une suffisante importance actuelle, surtout dans une position très sûrement repérée en dessous et non au dessus des vrais *calcaires blancs*, qu'autrefois on désignait sous le nom de « Calcaires à Diceras » [4] et regardait comme subordonnés [5].

Depuis lors, la trouvaille a été renouvelée [6], sur la crête qui sert de limite aux communes de Coursegoules, et de Tourrettes-sur-Loup, à peu près exactement entre le vieux sentier de Tourrettes à Saint-Barnabé, et le Col des Termes, point culminant de la route de Vence à Coursegoules, un des seuls de toute cette route qui soit bien placé sur le tracé non revisé de l'Etat Major, utilisé pour la Feuille de Nice. De même qu'à Ferrier, ce n'est que par érosion superficielle que le fossile ressort de la pâte gris-jaune, sub-marneuse, et toujours finement lithographique de la roche, extérieurement noircie, et certainement moins schisteuse qu'à Ferrier. Le gisement se montre à l'ouest du point 882 de la Carte, à la limite sud d'une des larges dentelures périclinales qui frangent, en bordure, la nappe des calcaires supérieurs, indûment étendue par la Feuille de Nice, à plusieurs kilomètres à l'est, pour la joindre à une autre tout à fait indépendante [7].

1. H. Coquand. Sur le Klippenkalk des départements du Var et des Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, (2), XXVIII, 1871, pp. 208-234; p. 215.

2. Excursion du 5 septembre.

3. A. Guébhard. Sur la présence d'*Ostrea* (*Exogyra*) *virgula* dans le Jurassique supérieur des Alpes-Maritimes. *C. R. Ac. Sc.* CXX, 1875, p. 1077.

4. M. H. Ambayrac a montré à la Société un magnifique exemplaire complètement intact et dégagé de *Diceras*, provenant des environs de Nice. M. Guébhard en a trouvé un autre, beaucoup plus fruste, mais nettement dégagé, sur la nouvelle route de Coursegoules au Foulon.

5. H. Coquand. *Loc. cit. B. S. G. F.*, (2), XXVIII, 1871, p. 234.

6. A. Guébhard. Observations géologiques dans le S.-O. des Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 320.

7. **Observations de M. W. Kilian.** (Fig. 1) — Les calcaires lithographiques de Ferrier appartiennent, comme les célèbres assises de Solenhofen

j) Parmi les autres localités où M. Guébhard se rappelle avoir rencontré la petite Exogyre, il faut citer les escarpements de la rive droite du ravin de Miron, dans les parages de Castéou d'Infer, où les bancs prennent un aspect particulier, assez fréquemment visible ailleurs, mais qui paraît se rattacher ainsi, directement, à l'horizon à *Exogyra virgula*. Les coquilles, en effet, s'y trouvant à un état moins soluble que la gangue, forment, en saillie de celle-ci, lorsqu'elles sont prises en section et non de dos, de petits reliefs laminaires coupants, que fait remarquer leur couleur brune de coques de noisettes sèches, mais qui permettent tout au plus de deviner à leur silhouette, souvent trop schématique, et rarement d'extraire, quelques fossiles reconnaissables.

k) Cependant il est, près de Saint-Vallier, au bas du quartier du Dégoutay, près d'un tumulus fouillé, un banc tout couvert (ou,

en Bavière, à la limite des étages kimeridgien et portlandien, caractérisée par l'*Exogyra virgula*, fossile que nous avons recueilli dans la carrière même et qui existe également en Bavière au niveau des bancs lithographiques. (Voir le schéma, fig. 1, p. 801.)

Les calcaires lithographiques ont, au col de Ferrier, une épaisseur totale d'environ 60 m.: il constituent un empilement de plusieurs centaines de petits bancs réguliers et parallèles; l'épaisseur de ces bancs varie de 2 à 40 centimètres; elle est le plus souvent voisine de 10 centimètres. La direction des couches est S.S.E.; leur inclinaison est de 12 à 20° vers le N.E.

Au sommet, dans les dernières assises, on y remarque, au N.E. du gisement, des rognons de silex caractéristiques. Ces couches supérieures *sont recouvertes* par des bancs calcaires réguliers mais plus épais, à pâte lithographique jaunâtre et cassure esquilleuse dont la surface présente des « rascles » ou « lapiaz » très remarquables, sortes de sillons provoqués par l'érosion, qui rendent la circulation difficile sur tout le plateau que forment ces calcaires au N.E. du gisement et jusqu'au pied de la crête de Ferrier; vers le haut ces assises deviennent saccharoïdes, très blanches et renferment des Polypiers, des Nérinées et des *Rhynchonella Astieriana*.

Nous avons nettement reconnu que les calcaires lithographiques reposent sur des masses ruiniformes de calcaires blancs zoogènes à Polypiers, avec quelques rognons de silex, qui sont associés à des dolomies et que l'on peut bien étudier sur la route de Thorenc, au N. du passage du col; on y a signalé des *Phylloceras* et *Rhynchonella trilobata*. Ces calcaires, qui représentent l'étage kimeridgien, ne sont d'ailleurs pas ceux auxquels M. Guébhard réserve spécialement et exclusivement le non de « *Calcaires blancs* » et qui appartiennent à un horizon supérieur de teinte plus pure encore.

Les petits bancs du calcaire lithographique disparaissent au S.E. avant d'atteindre la vieille route de Saint-Vallier, et la formation lithographique tout entière se transforme progressivement en une masse de roches calcaires ruiniformes à silex (vieille route de Saint-Vallier) tout à fait impropre à être utilisée pour les arts graphiques (v. fig. 1) et dont il est difficile de délimiter

du moins, qui l'était) d'une jolie *Terebratulina*, nettement disséquée, et qui paraîtrait devoir se rattacher au précédent horizon, si la présence de Térébratules ne semblait le rappeler plus bas, au niveau de la *Rhynch. trilobata*.

l) Enfin, avant de quitter cet étage, il faut rappeler, pour le rattacher à la base, le *banc à pustules granuleuses* de petits nids d'oolithes blanches siliceuses qui se voit (Croix du Chêne Bénit, sur le vieux chemin de Castellane) tout voisin de *Rh. trilobata*.

m) D'attribution encore très incertaine, et peut-être inférieure, doivent être certains gros blocs calcaires compacts, à la surface desquels, toute patinée de gris, tranchent avec un léger relief,

la partie supérieure des masses également ruiniformes mais saccharoïdes de l'étage suivant auxquels elles se relient intimement.

Malgré une accentuation brusque de leur inclinaison, nous avons pu reconnaître d'une façon *indiscutable* que *les calcaires lithographiques passent donc latéralement et progressivement, au S.E. et à l'E. du chantier d'attaque de la carrière du Ferrier, à des bancs plus épais et plus massifs, esquilleux et d'une nature toute différente.*

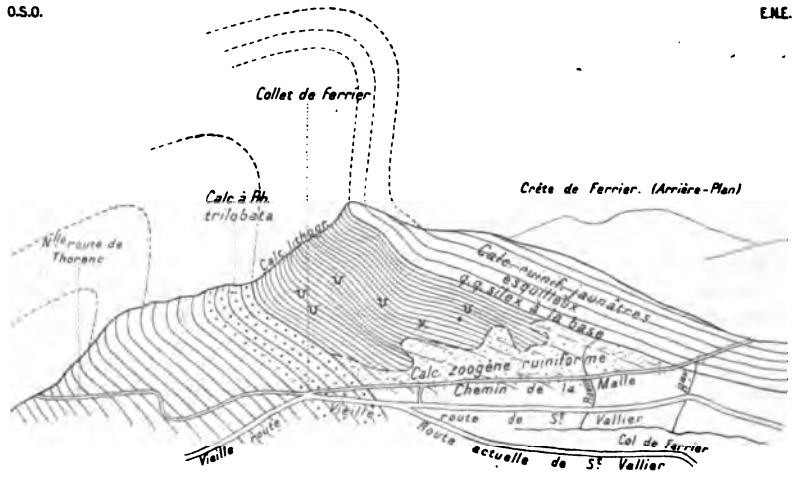


Fig. 1. — Profil-paysage, montrant le passage latéral des calcaires lithographiques à *Exogyra virgula* de Ferrier aux calcaires ruiniformes zoogènes (par M. Kilian). — U, Chantiers d'attaque des calcaires lithographiques; X, Gisements de l'*Exogyra virgula*.

Cette constatation est d'une grande importance car on sait, d'après les travaux de Gümbel et de von Ammon, que des transformations latérales du même ordre s'observent pour la formation lithographique classique de Franconie (Bavière).

A la surface de certains bancs lithographiques inférieurs, on peut constater la présence de quelques petits fossiles ; nous y avons reconnu des

comme des applications papyracées, des croûtes de couleur abricot représentant évidemment des portions plus résistantes, peut-être un peu siliceuses, que ne peut entamer le lavage des eaux météoriques ni entacher la patine cryptogamique, de sorte qu'avec leur légère saillie et leur bordure déchiquetée, ils prennent un air de lichens adventifs, ou de plaques léproïdes vraiment caractéristique.

2. Coupes naturelles. — La section très oblique que fait, à partir du Col de Ferrier, la route de Thorenc dans la nappe remontante du Virgulien fournit une coupe excellente, où l'on voit la superposition des deux faciès de silex, le faciès alvéolé correspondant à des bancs eux-mêmes tout fendillés, et le faciès compact, zoné, correspondant à de gros bancs, compacts eux-mêmes, allant jusqu'en face du km. 26, où apparaît la *Rhynch. trilobata*.

Quant à la tache lithographique il est nécessaire de l'interpoler

Echinodermes, des Nérinées, quelques Huîtres et notamment l'*Exogyra virgula*, déjà signalée à Ferrier par le Dr Guébhard et qui indique l'âge exact de ces assises. Ajoutons que des rognons de silex, très rares dans les exploitations, se montrent fréquents au toit du gisement, près de la petite crête qui domine les carrières au N.

L'*analyse chimique* du calcaire de Ferrier, faite au Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Grenoble, sur un échantillon prélevé dans la carrière supérieure, a donné les résultats suivants :

Carbonate de chaux	94,84 à 98,10
— de magnésie. . . .	0 à 1,03
Argile et eau	0,93 à 5,16

Cette composition est *sensiblement la même* que celle des calcaires lithographiques de Bavière, donnée par M. Gümbel.

La pierre de Ferrier est d'une teinte claire; c'est un calcaire compact à grain très fin formant une pâte d'apparence unie, à cassure plane ou conchoïdale. A la loupe, on voit qu'elle est constituée par des particules cristallines trés ténues comme celle de Solenhofen. La poussière qu'on obtient en la raclant semble un peu grasse au toucher. Sa couleur est d'un gris très clair, d'un blanc jaunâtre ou d'un gris bleuâtre (plus foncée dans la carrière de l'ouest); elle doit être gris-bleu en profondeur. Les surfaces produites par la cassure retiennent les impressions du crayon ou des corps gras. *Au microscope*, la texture des calcaires de Ferrier se montre aussi sensiblement la même que celle du calcaire de Solenhofen avec lequel nous les avons comparés: aggrégat très fin de particules calcaires cristallines formant une sorte de mosaïque à la lumière polarisée, accompagnées d'un peu de matière amorphe et présentant une homogénéité très grande.

Dans la roche de Ferrier la finesse des particules est un peu moins grande qu'à Solenhofen et l'homogénéité est troublée çà et là par de petits amas différenciés par leur teinte, mais ce sont là des détails visibles seulement à de *forts grossissements* et qui doivent être sans influence sur les qualités techniques de la pierre ; l'analogie avec Solenhofen demeurant *très grande* malgré ces légères variations, — W. K.

par équivalence latérale, après qu'on aura constaté plus haut sa superposition directe aux vrais bancs à silex et son immédiate subordination à la masse des calcaires blancs portlandiens.

3. **Gisements fossilifères.** — En dehors des points cités pour l'*Ex. virgula*, les fossiles du Virgulien proprement dit sont plutôt rares, surtout dans la région de Saint-Vallier. Dans celle de Mons, la bordure orientale de la Montagne de Bliauge, tout près du point culminant, a fourni, en même temps que les superbes (et exceptionnels) Polypiers silicifiés dont un fragment est représenté Planche LI, figure 6, quelques moules de Gastéropodes et empreintes de petits Échinides. Une recherche spéciale serait peut-être plus fructueuse sur la bordure de la cuvette que forme la Plaine du Villard, à l'ouest de Mons. Des empreintes assez fréquentes se montrent dans les silex du voisinage de Bezaudun, et sur les crêtes dominant Bouyon. Mais il serait exagéré de parler de gisements à propos d'aucune de ces localités.

Par contre l'horizon à *Rh. trilobata* et Térébratules se montre si étendu et toujours si foisonnant, qu'il est bien peu de coupes où on ne l'aperçoive en dessous des silex. Les excursionnistes du 7 septembre en ont vu les bancs, au retour d'Escragnolles à Saint-Vallier, près de la borne 33. Mais là, la roche est compacte et ne livre pas ses fossiles ; un peu plus au nord, au contraire, on les trouve, par places, tout détachés. Quelques endroits intéressants à ce point de vue pratique sont : les éboulis du Collet de Ferrier, où l'on aura, en même temps, chance de recueillir, avec des Ammonites inférieures, quelques autres, mêlées aux Brachiopodes, les toutes dernières que fournisse le Jurassique ; le sentier de Mons à Escragnolles, un peu au delà de Saint-Pierre ; le voisinage, à l'ouest, du Col des Termes, sur la route de Vence à Coursegoules ; certain point de la Grande Carraire de Saint-Vallier, en dessous du Collet de Gasq ; etc. etc.

Pour la *Rh. Astieriana* d'Orb., en dehors des deux points cités, il n'y a à mentionner que l'espoir d'en trouver d'autres, par une mise en observation dorénavant plus attentive des dolomies supérieures, jusque là dédaignées.

4. **Diagnose.** — Ce n'est guère qu'avec des faciès inférieurs que le Virgulien siliceux pourrait être confondu ; et nous avons déjà donné, au fur et à mesure qu'elles se présentaient, les différentes diagnoses, en indiquant les fâcheuses erreurs dont cet étage fut, au grand dam de M. Guébhard, le trop long bénéficiaire, tant que lui fut laissé, de confiance, le monopole supérieur des inclusions

siliceuses. Nous avons noté aussi quelques-unes des erreurs, dont il faut croire qu'il fut l'unique cause, sur une importante portion de la Feuille de Nice; il nous reste à signaler, pour être complets, une dernière illusion. Le banc à *Rh. trilobata*, lorsque, très compact, il ne montre que les sections de ses Rhynchonelles, peut arriver à simuler si bien, malgré la grande différence des deux espèces, la *Rh. decorata*, qu'il est besoin de se défendre énergiquement en s'aidant de la stratigraphie, pour ne pas s'abandonner à une similitude familière. Le cas s'est produit à Mons, à l'entrée du sentier qui part du dessous du Cimetière neuf pour aller à la Gray et aux Mirons.

5. **Orographie ; culture.** — Par sa base dolomitique tendre, le Virgulien, partout où il affleure entre le Portlandien et le Séquanien, dessine une ligne de val et de culture, que dote parfois de puits la présence d'un peu d'argile à la base. Dans les barres, ce mode de structure facilite la formation de grottes, comme celle de Roca Dura, que voyaient un peu en dessous de leur observatoire les excursionnistes arrêtés au Col de Ferrier en face du panorama de Nans, le 6 septembre.

Indirectement, même là où il ne se montre pas, mais sert seulement de substratum à la nappe portlandienne, le Virgulien reprend le rôle que tenait vis-à-vis du Séquanien, l'Oxfordien, et, par ses dissolutions locales, fait naître des cirques d'effondrement, dont le nombre est en proportion avec l'étendue et le manque de pente des nappes superficielles, c'est-à-dire infiniment plus grand que dans le cas précédemment cité. C'est l'existence de cette multitude de dolines (en patois *clouots*) qui donne à la « plaine de rochers » de Caussols et à toutes ses similaires de la partie septentrionale de Bliauge, de la moitié occidentale du Cheiron, etc. etc., un aspect si original, accru encore par le mode d'érosion, tout à fait comparable à celui des dolomies, que présentent les calcaires superficiels.

Ici, les murailles du cirque sont toujours verticales, déchiquetées, mais plus ou moins parfaitement circulaires, et sans présenter jamais le déjettement conique en forme d'entonnoir, ou les cassures en forme de gradins concentriques, que montrent en pareille occurrence, les bancs mieux lités du Séquanien.

Au fond s'accumule une terre toujours très rouge, argilo-ferrugineuse, très appréciée, là où elle trouve encore des bras pour s'en occuper.

6. Liste des fossiles recueillis dans les calcaires à *Brachiopodes* et le calcaire de Ferrier (Kimeridgien supérieur et base du Portlandien). (Calcaires gris à *Terebratula* et à *Rh. trilobata* ; calcaires à silex et lithographiques).

Belemnites (*Hibolites*) sp. ;
Ammonites sp. gen. indét. ;
— indéterminables. (Empreintes de *Perisphinctes* dans un calcaire blanc dolomitique. Briasq.) ;
Perisphinctes contiguus Cat. sp. ;
— gr. de *Per. geron* Zitt. Couches à *Rh. trilobata* Ferrier ;
— sp. ;
— *unicomptus* Font. var. *densicosta* Choff. (Couches à *Rhynch. trilobata* de Ferrier) ;
— jeune (Horizon de *Rhynchonella trilobata*) ;
— cf. *Huguenini* Font., Ferrier ;
Lissoceras sp. Ferrier ;
— *Staszycii* Zeuschner sp. ; Saint-Barnabé ;
— *subelimatum* Font., Saint-Barnabé ;
— gr. de *L. carachteis* Opp. sp. ;
Aspidoceras cf. *hominale* Favre ;
Neumayria compsa Opp., sp., (cette espèce est une des formes des *Neumayria* qui persiste le plus longtemps ; on la connaît jusque dans le Tithonique) ;
Nerinea sp. — Calcaire à *Nérinées* ;
Ostrea (*Exogyra*) *virgula* Defr. sp. Important à signaler ; assez nombreux exemplaires bien caractérisés, notamment du calcaire lithographique de Ferrier. Existe aussi à Montbenon ;
— (*Alectryonia*) *gregarea* Sow. ;
Pecten (*Æquipecten*) cf. *inæquicostatus* Phil. Couches à *Rh. trilobata*. Environs de Saint-Vallier ;
— sp. Ferrier, Mons, rive droite du vallon de Miron ;
Lima æquilatera Buv. ;
— sp. Ferrier ;
Rhynchonella sp. ;
— *trilobata* Zieten sp. (forme typique) ;
— *trilobata* Ziet. sp. — (v. *Haas*, Jur. Brach. des Schwäb. Jura ; Pl. VIII, fig. 3-6) ; commune ; belle et abondante à la Graou, près Saint-Vallier, au Clos Darnier et Roque Martuire Caussols, à Ferrier, etc. ;
— — var. *Moeschi*, très joli et très rare ; (*Haas*, loc. cit., Pl. III, fig. 1) de Ferrier ;

Ces deux formes caractérisent les couches basilaires de l'assise ; elles sont identiques aux figures données par M. Haas d'échantillons du Jura blanc (Blaubeuren, etc.) ;

Rhynchonella Astieriana d'Orb., à la base du calcaire virgulien à silex, c'est-à-dire exactement au niveau ordinaire de *Rh. trilobata*; beaux échantillons; Saint-Vallier, Grande-Carraire;
— — Echantillon de la Coll. Garnier, portant, de la main d'Ed. Hébert, la suscription suivante: « Couche 9 de Mirapel; partie inférieure des Couches à *Rhabdocidaris caprimontana* »;
— sp. Escragnolles;
Terebratula farcinata Douv.; Forme très fréquente à ce niveau; La Graou de Saint-Vallier, Caussols, etc.;
— — jeunes individus:
— gr. de *T. farcinata* Douv.;
— Lumachelles de Térébratules, du gr. de *farcinata* Douv.; Saint-Cézaire-La Maline;
— *semifarcinata* Et.;
— *Bauhini* Et. (*in* Douvillé);
— *Zieteni* de Lor. (=*bissuffarcinata* Schloth. *in* Douvillé); Les Termes de Coursegoules. Plusieurs exemplaires typiques et d'autres du même groupe quoiqu'un peu aberrants;
— *bicanaliculata* Schloth.;
— *formosa* Suess (se retrouve dans l'horizon suivant);
— *bicanaliculata* Zieten-Douvillé (Haas, Pl. xx);
— *Lamberti* Douv.;
— *cincta* Cott. (*in* Douvillé);
— cf. *cincta* Cott.;
— *subsella* Leym. (rare);
— *Andelotensis* Haas;
— sp.; Saint-Vallier, Ferrier, etc.;
— indéterminables;
Terebratulina substriata Schloth. sp.;
Dictyothyris Chaperi Douvillé; Ferrier;
Magellania (*Zeilleria*) *magadiformis* Zeuschenr. sp. (de petite taille); Saint-Barnabé;
— *pseudolagenalis* Moesch. sp.; Caussols (Forme des Couches de Baden);
Magellania (*Zeilleria*) voisine de *Mag. Kobyi* de Loriol sp.;
Cidaris gibbosa Cott. (Échantillon déterminé par Cotteau); Mons;
— indéterminable;
Plagiocidaris (*Cidaris*) *glandifera* Münst. sp.;
Fragments paraissant appartenir à *Plagiocidaris glandifera* Münst. sp.;
Empreinte voisine de *Plagiocidaris* (*Cidaris*) *cervicalis* Ag. sp.;
Moule interne de *Glypticus hieroglyphicus* Goldf. sp.;

Acropeltis æquituberculata Ag. sp. ; du Cap Ferrat ;
Cardiopeltis (*Spatangus*) *carinata* Leske ;
Pedina sp. ;
Collyrites (*Dysaster*) *Loryi* A. Gras sp. ;
— (*Spatangus*) *bicordata* Klein sp. ; .
Stylina parcicosta Koby n. sp. (pl. LI, fig. 6) ;
Balanocrinus subteres Münst.; St-Cézaire-Fons Bourdouos ;
— *Campichei* de Loriol ; St-Vallier-Grande Carraire.

Il faut ajouter à la liste les espèces suivantes, recueillies par M. Garnier, appartenant à la collection de M. Sayn, et que l'un de nous a pu étudier grâce à l'obligeance de ce dernier.

Terebratella pectunculoides Schloth. sp. ; Escragnolles ;
Rhynchonella Astieriana d'Orb. ; Gréasque ;
— *trilobata* Ziet. sp. ; Gréasque,
— *arolica* Opp. ; Gréasque ;
— voisine de *Moeschi* Haas ; Gréasque ;
Terebratula farcinata Douv. ; Escragnolles ;
— — variété globuleuse Douv.
— — Beaux échantillons ; Colle de Mons ; Escragnolles ;
Oppelia levipicta Font. ; Gréasque ;
Perisphinctes capillaceus Font. ; Gréasque ;
Simoceras Favaraense Gemm. ; Gréasque ;

Cette petite faune appartient certainement à l'assise que nous venons de décrire ; la localité appelée « Gréasque », absolument inconnue dans le pays, n'est probablement autre chose que *Briasq*, croupe rocheuse qui s'élève au S. du Ravin de Saint-Martin et d'Escragnolles.

Principales provenances. — Saint-Vallier (Route Nationale km. 33, la Graou, Plan de Caille, la Maline, Vallon de l'Apié, Barre de Douort, Cros Ganiou, Ferrier, Grande Carraire sous le Collet de Gasq et au gué du vallon d'Arboin, Pinède au sud du Pilon) ; Caussols (la Fruste, Clos Darnier, Roque Martuire, Lescurel), Andon (Hubac de l'Audibergue, Graou Belle, la Selle) ; Cipières (Calernet, Costes de la Faye, Clapoua) ; Gourdon (Pierrefeu, Piboou, la Lauve) ; Bezaudun (Prarets, Chauvet) ; Coursegoules (Saint-Barnabé, les Termes, Les Graous de Pouis, Garavagne, Peycouguou) ; Gattières (Pességuier) ; Saint-Jeannet (le Baou, Clos de Brégon) ; Cabris (l'Oudide) ; Saint-Cézaire (sous Camplong) ; Escragnolles (Briasq, les Gourgs, Pont de Mons) ; Mons (au N. de Saint-Pierre, le Bas Rien, La Colle, les Brainées, à l'E. du Cimetière neuf, plaine du Villard, Crête de Bliauge, Valbouissole, Lamiguet, bas vallon de Miron, Saint-Jean), etc.

7. Résumé paléontologique et stratigraphique. — Si nous jetons un regard sur les listes qui précèdent, nous constatons qu'à la faune bathyale, vaseuse, à Céphalopodes, du Séquanien a succédé une faune néritique à tendances coralligènes, caractérisée surtout par des Brachiopodes et des Echinides.

Cette faune présente beaucoup d'analogie avec celle des calcaires de Bourges, de l'Echaillon (*Dict. Chaperi*) et encore plus avec le Kimeridgien de Souabe et Franconie.

Caractérisée par l'abondance des Térébratules du groupe de *T. Zieteni* et de *T. farcinata* et par les Rhynchonelles du type de *Rh. trilobata*, la faune de Brachiopodes fournie par les assises qui font l'objet de ce chapitre, offre un mélange intéressant d'espèces appartenant aux différents horizons compris entre le Glypticien et le Kimeridgien supérieur. Nous y relevons en effet : *Rhynchonella trilobata*, espèce répandue dans le Kimeridgien supérieur de Souabe (Jura blanc ε de Franconie, etc.) ; *Rh. Moeschi*, forme accompagnant la précédente ainsi que *Rh. arolica ; Rh. Astieriana*, se trouve dans le Kimeridgien supérieur et le Portlandien coralligènes en Souabe, à l'Echaillon (Isère), etc. ;

Terebratula farcinata [1], est une espèce de l'Oxfordien supérieur (Chatillons-sur-Seine), du Rauracien et des Couches de Baden (Séquanien) ; *Ter. semifarcinata* est citée dans le Glypticien ; *Ter. Bauhini*, citée du Rauracien (Chatel-Censoir, Coulanges-Yonne), du Séquanien (Blauen), du Kimeridgien (Valfin, Oyonnax), des Couches de Wangen, etc. ; *Ter. Zieteni*, existe dans le calcaire crayeux (Séquanien) de Bourges et dans la zone à *Opp. tenuilobata* (Couches de Baden), dans le Kimeridgien (Jura blanc ε de Souabe, les Couches de Wangen, etc. ; *Ter. bicanaliculata*, se rencontre dans le Rauracien (C. de Geissberg), les Marnes à Spongiaires, le Séquanien (Couches de Baden), les Couches de Wangen ; *Ter. Lamberti*, est une forme du « Corallien inférieur » à *Diceras* du Bassin de Paris ; *Ter. formosa*, existe dans le calcaire crayeux de Bourges (Séquanien), dans le Portlandien de Stramberg et Kelheim ; *Ter. cincta* Cott., se trouve dans le calcaire crayeux de Bourges, dans l'Astartien d'Hesdin l'Abbé (Boulonnais), dans le Ptérocérien supérieur de la Baume près Audincourt (Doubs) ; *Ter. subsella*, se trouve du Séquanien au Virgulien (Kim. supérieur) ; *Ter. andelotensis*, a été citée par M. Haas de l'Oxfordien supérieur (Terrain

1. On a désigné sous le nom de *Ter. insignis*, tout un groupe de Terebratules biplissées (*T. farcinata*, etc.) ; nous n'avons pas rencontré dans les récoltes de M. Guébhard la *T. insignis* type, telle que l'ont définie les travaux de MM. Davidson, Schlosser, etc.

à Chailles)[1]; *Dictyothyris Chaperi*, est une espèce du Portlandien de l'Echaillon; *Terebratulina substriata* et *Terebratella pectunculoides* Schl., existent à des niveaux divers du Malm; *Magellania magadiformis*, est citée des calcaires tithoniques de Stramberg (Moravie), Murles (Hérault), etc.; *Magellania pseudo-lagenalis*, forme des Couches de Baden (Séquanien), existe aussi dans le Kimeridgien de Souabe.

Cette faune contient donc, à côté d'une série de Brachiopodes des couches de Baden et de Wangen et de rares formes rauraciennes, peut-être rapportées là par erreur, quelques espèces telles que *Terebratula formosa*, *T. cincta*, *Dictyoth. Chaperi*. qui sont associées également dans les calcaires de l'Echaillon (Isère) et dont plusieurs se retrouvent dans l'Yonne.

La présence de l'*Exogyra virgula*[2] est intéressante et fixe bien l'âge de ces assises, dont elle occupe une lentille de calcaires lithographiques, intercalée à la partie supérieure; cette petite Huître, si fréquente dans le N. et l'E. de la France et qu'on ne croyait pas dépasser, dans son extension vers le Sud, les environs de Morestel dans le Bas-Dauphiné, a été découverte par le Dr Guébhard. D'Orbigny en avait signalé la présence entre Cuers et Brignoles, mais elle n'avait jamais été retrouvée et son existence demeurait fort douteuse.

Les quelques Ammonites qui accompagnent cette faune (*Perisphinctes Huguenini*, *P. unicomptus* var. *densecosta*, *P. capillaceus*, *P. contiguus*, *P. geron*, *Lissoceras* cf. *carachteis*, *L. Staszycii*, *L. subelimatum*, *Aspidoceras hominale*, *Neumayria compsa*, *Oppelia levipicta*, indiquent toutes un niveau supérieur à celui du Séquanien et voisin du Tithonique inférieur, c'est-à-dire correspondant aux zones à *Opp. lithographica* et à *Perisph. contiguus* et *Phylloceras Loryi*. Toutefois nous croyons que la zone à *Oppelia lithographica* est légèrement plus ancienne que le Tithonique inférieur (Zone à *Per. contiguus* et *Per. geron*)[3] tel qu'il est développé au Pouzin (Ardèche) par exemple et tel qu'il a été décrit par M. Zittel (Fauna d. aelter. Tithonbild). Si on la rattache au Portlandien, comme le font MM. Haug et Schmierer et comme il est plausible de le faire, eu égard à un certain nombre d'espèces communes, ce dernier étage comprendrait non seulement le Tithonique

1. Haas. Kritische Beitrage zur Kenntniss d. jur. Brachiopoden des Juragebirges. III (*Mém. Soc. paléont. Suisse*).

2. A. Guébhard. Sur la présence d'*Ostrea* (*Exogyra*) *virgula* dans le calcaire Jurassique supérieur des Alpes-Maritimes. *CR. Ac. Sc.*, LXX, 1895, p. 1077.

3. *Perisphinctes contiguus*, *P. geron*; *Lissoceras Slaszycii* et *L. subelimatum* sont même des espèces du Tithonique inférieur.

classique avec ses deux zones habituelles, mais encore une zone plus ancienne, la zone à *Oppelia lithographica*, bien caractérisée dans les assises terminales du Château de Crussol ET CONSTAMMENT INFÉRIEURE, DANS LE BASSIN RHODANIEN, AU TITHONIQUE INFÉRIEUR à *Perisph. geron* et *Waagenia hybonota* dont elle contient, du reste, quelques espèces, mais qui s'en distingue par l'abondance de certaines formes à cachet plus récent, telles que *Phylloceras semisulcatum (ptychoicum)*, *Ph. Calypso (silesiacum)*, *Lytoceras sutile*, *L. quadrisulcatum*, *Perisphinctes Richteri*, *P. eudichotomus*, *P. transitorius*, *Oppelia folgariaca*, etc.

Les rapports avec la faune suivante sont établis par l'apparition de *Rhynch. Astieriana* et la fréquence, dans les assises, de *Cidaris glandifera*, enfin par quelques espèces (*Terebratula formosa*, *Magellania magadiformis*) du niveau de Stramberg.

VII. Calcaires blancs.

(Portlandien *tithonique coralligène)*.

1. Généralités. — **a)** Pendant longtemps fut employé exclusivement par M. Guébhard, pour cet étage, le nom de Tithonique. Mais il lui fallut bien s'apercevoir, malgré la familiarité du vocable, qu'il manquait de justesse, puisque les calcaires blancs de la région, s'ils présentaient bien le faciès méridional, ne possédaient nullement le faciès vaseux, qui, tout au plus, pourrait être reporté aux parties supérieures, d'attribution encore indéterminée, mais que, très probablement on arrivera à séparer nettement, comme Berriasien, des seuls vrais « calcaires blancs », presque tous coralligènes, qui représentent le Portlandien.

Il suffit de les avoir vus une fois, avec leur blancheur et leur texture absolument saccharoïdes, quoique mates et point scintillantes, pour comprendre l'erreur qu'il y aurait à confondre sous la même désignation les calcaires, nullement blancs (à l'exception peut-être des derniers bancs virguliens) à peine gris, qui s'échelonnent au dessous. Bien au contraire, on y trouve comme le plus haut degré, l'expression terminale d'une gradation chromatique en laquelle pourrait se résumer, pour faire image, en couleurs locales, toute l'échelle jurassique :

Jura blanc. . .	*Portlandien.* *Virgulien.*	Jura jaune. . .	*Oxfordien.* *Callovien.*
Jura gris . . .	*Séquanien.* *Rauracien.*	Jura roux . . .	*Bathonien.* *Bajocien.*

b) Blanc reste le Portlandien, même en devenant dolomie,

oolithe ou sable, quelquefois le tout à la fois, comme on peut le voir sur le pointement anticlinal très inexactement représenté sur la Feuille de Castellane, au nord de Malamaire. Blanc, parfois si pur qu'il prend des aspects de craie, et, ne contenant plus aucune trace de magnésie, et recherché alors comme fondant pour les verreries, comme il advint, en un temps, malgré les difficultés du transport, pour deux petites taches exploitées près de Saint-Vallier sur la colline de Valens, où M. Guébhard, ayant trouvé, avec les Polypiers représentés Planche LI, figures 1 à 4, sa première *Rh. Astieriana* d'Orb. puis plus tard, un énorme exemplaire bien digne du nom de *Terebratula formosa* Suess, a encore rencontré tout dernièrement un petit *Acrocidaris nobilis* Ag. entier et bien détaché, quoique probablement moins beau que celui, (dont on a totalement perdu les traces) que montra Gény à la Réunion extraordinaire de 1877, à Nice [1].

Blanc, encore, du plus beau blanc marbreux, mais tout injecté de dendrites grises de manganèse se montre le Portlandien, dans les parages de Biot, où s'exploitèrent, il y a une trentaine d'années, de nombreuses poches de ce minerai, qui y étaient enfermées, souvent au milieu de sables rubigineux, dont l'âge fort discuté paraît définitivement, à la suite des récentes observations de MM. G. Dollfus et Guébhard, devoir être ramené à la base du Bathonien, plutôt qu'à la fin du Crétacé ou à la naissance de l'Eocène [2].

c) Mais rose aussi, parfois exceptionnellement, d'un rose délicat et tendre, par suite d'une minéralisation tout à fait localisée, qui l'a fait exploiter comme marbre d'ornementation, à cause de sa nuance rare, à la carrière de la Traye, à l'ouest de Saint-Vallier.

A une raison toute différente est due la marbrière visible au coude supérieur de la route de Thorenc. C'est un marbre encore blanc, mais un peu jaunâtre, et tout veiné de sanguine : une brèche, évidemment, due à la reconsolidation sur place des bancs fragmentés par quelque grande dislocation. Ici, c'est un mouvement synclinal très aigu qui a fait office de presse et ressoudé la brèche, jusqu'à la rendre marbreuse. Mais cette même brèche, partout où ont eu lieu d'importants mouvements synclinaux, se trouve, comme un des témoins les plus constants, toujours présent alors que tout le reste a disparu.

Dès la première journée des courses préliminaire, on en a vu un exemple, au vallon de Fontfraye, sur la route de Cabris, en bor-

1. *B. S. G. F.*, (3), t. V. Réunion extraordinaire à Fréjus et Nice, 1877, p. 80.
2. Voir plus loin la notice spéciale.

dure d'un lambeau de poudingue pontien paradoxalement posé dans l'alignement de beaucoup d'autres, sur du Bathonien inférieur. Puis on en a retrouvé à Mauvans, km. 25, 7 de la route de Saint-Vallier à Cabris, une énorme muraille verticalement dressée en bordure du Pontien, en face des bancs bathoniens horizontaux, dont certains assistants voulurent faire une lame de recouvrement, alors qu'ils sont eux-mêmes recouverts un peu plus haut, par de gros bancs, non seulement de brèche pontienne, mais encore de Portlandien, pas même bréchoïde.

Cette brèche exclusivement portlandienne, tout à fait distincte de celle où se mêlent, à nombreux éléments portlandiens, beaucoup d'autres du Jurassique, du Crétacé et de Nummulitique, joue un très grand rôle dans la tectonique de la région, comme sûr jalon d'axe synclinal.

d) Si l'horizon inférieur du Portlandien, avec son aspect de calcaire coralligène, s'est montré très constant sur de très grandes étendues, depuis la frontière italienne jusqu'à l'extrême limite des observations de M. Guébhard dans le Var, Castellane et Comps, il se montre aussi assez fréquemment et très irrégulièrement atteint de dolomitisation qui, tantôt, comme il vient d'être indiqué, le rend sableux, presque oolithique, et tantôt, en facilitant les inégalités de l'érosion, exagère sa tendance naturelle à former de gros blocs isolés et arrive à produire des monolithes plus ou moins extraordinaires, comme celui des Planestels à l'entrée du plateau de Caussols (Pl. XXVI) et celui du Plan du Peiron, à Griolières (fig. 52, p. 583).

C'est aussi à cette inégalité des érosions portlandiennes, compliquée par les effondrements de dolomies, que la « plaine de rochers » de l'Etat-Major doit là son aspect fantastique. C'est un dédale où il n'est pas expédient de se perdre, que celui de ces *Causses* de Caussols, où de rares sentiers marquent les seules pistes que l'on puisse suivre avec quelque issue. Et c'est un contraste d'autant plus saisissant que de voir, sur les bords du synclinal septentrional, avec quelle régularité de litage tout d'un coup se plient en bancs bien imbriqués pour plonger sous le Néocomien les calcaires superposés aux amoncellements chaotiques du vrai Calcaire blanc.

e) La transformation est, en vérité, si frappante, qu'on est tout de suite porté à se demander si ces bancs nouveaux, qui, déjà, par leur teinte, cessent de le mériter, peuvent demeurer réunis légitimement avec leurs inférieurs. La question a cessé d'en être une, depuis que M. Kilian a trouvé, dans le voisinage, à Andon, la

Natica Leviathan Pict. et C. (= *Strombus Sauthieri*), dont parlaient déjà, pour les environs de Nice, les auteurs du temps de Coquand [1]. Reste à savoir seulement à quelle place exacte doit se placer la coupure.

Or, à regarder de près, par exemple sur la route même de Thorenc, aux approches du coude de la route sur le Vallon de la Bourre, descendu de Caussols, on peut voir que la transition n'est pas aussi brusque qu'elle pouvait paraître. Avant d'arriver aux bancs qui, touchant le Néocomien, commencent à en prendre la teinte, tout en gardant, au bord même de la route, l'aspect extraordinairement craquelé, par retrait, plutôt que par rupture ou érosion, qui a crevassé la nappe de pierre de même façon que la mer de glace de Chamounix, il y a toutes sortes d'intermédiaires : voici d'abord un banc tout pétri de Nérinées, grandes et petites, qui, retrouvé au-dessus de Tourrettes-sur-Loup, a fourni à M. Guébhard de superbes dalles envoyées au Musée de Marseille et à la Faculté des Sciences de Grenoble. C'est très probablement ce même banc qui, par un phénomène que nous avons noté très fréquent dans la partie inférieure du Bathonien, montre, en de nombreux endroits, au lieu des fossiles, leurs empreintes vacuolaires, parfois érodées et usées au point de pouvoir être facilement prises, à un premier examen, pour des perforations de lithophages, mais d'autres fois assez finement conservées, avec traces d'ornementation, pour être reconnaissables comme, par exemple, à Saint-Martin-de-Bail, près d'Escragnolles.

f) Auparavant, c'est-à-dire confinant à l'horizon coralligène, se trouve un lit absolument remarquable par le nombre incroyable de coquilles d'un bivalve très mince, dont il est pétri, mais qui, ne se montrant jamais qu'en sections courbes, parsèment la tranche de la pierre d'une infinité d'arcs en forme de parenthèse ou de croissant effilés, qui lui avaient mérité, de la part de M. Guébhard, le nom de *banc à sections lunaires*. Il faut que cet horizon soit très constant, car, observé au-dessous du marbre rose de Saint-Vallier, puis à Mons, il a été aperçu, absolument identique, de l'autre côté du Var, dans une ancienne visite à la grotte de Châteauneuf Villevieille (A.-M.).

g) Une étude détaillée de cette partie supra-portlandienne se pourrait faire également à Escragnolles où les géologues passant au pont du Beiral auraient pu voir, au-dessus de la maison du cantonnier, les tranches bien détachées de ces bancs verticalement

1. *Loc. cit.*

feuilletés s'offrir à un numérotage, comme les pages d'un livre. Mais l'impossibilité d'arriver à trouver un fossile quelconque a fait renoncer jusqu'ici à poursuivre ce travail aride, et tout ce qu'il en reste, c'est la constatation, en contact avec le banc perforé, de deux lits de *marne verte*, souvent revus ailleurs, mais dont l'azoïsme persistant acheva de décourager l'observateur.

h) Comme dernière particularité à noter relativement à cette transition du Jurassique au Néocomien, il faut signaler encore la fréquence des enduits et excroissances ferrugineuses sur la dernière surface en contact avec le Néocomien caractérisé. Mais ceci n'est certainement pas un signe intrinsèque attribuable au substratum. Car on l'observe aussi, dans les cas de contact anormal, sur d'autres surfaces jurassiques, par exemple sur le Bajocien de Font Trucelle, près Mons, à l'un des caps anticlinaux déhiscents[1], que montre, inexactement rendus sur la Feuille de Nice, la grande croix synclinale de l'Aubarède.

A Caussols, tout le long du chemin, l'enduit ferrugineux est bien visible, et il apparaît clairement que c'est plutôt un exsudat du Néocomien argileux arrêté à la première barrière calcaire, qu'une émanation propre de celle-ci, ou une livrée spécifique..

2. **Coupes naturelles.** — Les points que nous avons cités: route de Thorenc, près du Vallon de la Bourre; route d'Escragnolles au km. 15; partie supérieur du chemin de la Collette d'Escragnolles aux sources de Siagne, sont certainement, avec le parcours de la route nationale entre la Roche coupée et le pont inférieur des Amphons, les meilleurs endroits à indiquer pour une analyse stratigraphique plus complète.

3. **Gisements fossilifères.** — On peut dire, sans exagération, que la partie inférieure, récifale, du Portlandien, est absolument pétrie, construite de restes animaux. Malheureusement, si les coquilles ont édifié la roche, celle-ci a si bien assimilé, dissous celles-là, que l'extraction n'est presque jamais possible. Même le calcaire crayeux de Valens ne laisse échapper ses grandes Térébratules et Rhynchonelles que toutes déformées. Seuls les Polypiers, mêlés de gros disques d'Encrines, ont offert plus de résistance, témoins les spécimens figurés par M. F. Koby (Pl. LI, fig. 1-4; pl. LII, fig. 1; pl. LIII, fig. 2-3 et pl. VI, fig. 1-2) qui ne constituent certainement qu'une petite partie de ceux que pourraient donner des recherches spécialement dirigées dans ce sens. A la carrière de marbre rose, il est un Polypier, encore rose sur

1. A. GUÉBHARD. Esquisse géologique de Mons. *Loc. cit.*

fond blanc, qui forme un bloc de plus d'un mètre cube. Dans les parois du sentier, taillé dans le roc, qui descend de Courmes à la cascade des Gorges-du-Loup, on en voit des quantités de semblables. De même sur le plateau de Garavagne, au S. de Coursegoules. Sur le passage de la nouvelle route partant de la route 85 près du Petit-Saint-Jean (km. 40,3) pour aller à La Malle, arrivé à la hauteur du synclinal de la Marbrière de Grasse, on aperçoit de nombreux blocs de ce genre. Et presque partout ainsi, notamment au Col de Ferrier et au Castellaras de La Malle.

C'est encore dans ces derniers parages que se font les meilleures récoltes, et il est arrivé à M. Guébhard de trouver, en une seule fois, de vraies quantités de *Rh. Astieriana* et de superbes *Terebratula*. De même, bien loin de là, tout au bout du chemin forestier qui borde en hauteur l'Hubac de la Montagne de Brouis (Var), il fut ramassé, en compagnie de MM. Ch. Pellegrin et P. Goby, des quantités de Brachiopodes. Mais, à proprement parler, il n'y a nulle part à citer de gisement véritable, et, même aux places indiquées, de longues recherches demeurent souvent infructueuses.

4. **Diagnose.** — La diagnose du Portlandien nous ménage une véritable surprise, car, à part la confusion de couleur, et fusion de contact, que peut motiver quelquefois le Virgulien subordonné, dont les silex sont presque toujours là pour sauver la situation, il ne semble pas qu'il y ait à s'évertuer à distinguer le Calcaire blanc de tous ses inférieurs jurassiques. Aussi bien n'est-ce pas avec du Jurassique, mais avec du.... Miocène, et du Miocène supérieur, qu'il a pu être, et qu'il a été confondu.

Il existe sur le chemin de Vence à Saint-Raphael, puis dans la succession de barres qui supporte, au dessus de Tourrettes-sur-Loup, la propriété du Caire, puis encore, sur toute la bordure occidentale du plateau de Courmettes, un énorme banc qui, de loin, par sa blancheur à peine tachée de rouge, par son allure et tous ses détails, aussi bien que de près, par sa patine extérieure d'un gris bleuâtre, avec lichens blancs et rosés, par les grandes bavures rubigineuses dont le macule l'humidité, par son mode d'érosion irrégulier et caverneux, par sa cassure enfin, assez dure et d'un blanc intense, offre de la manière la plus trompeuse tous les caractères du calcaire blanc marbreux portlandien. A peine note-t-on parfois extérieurement, quelque lichen noirâtre inhabituel mêlé aux autres, puis une prédominance du mode esquilleux, presque schisteux de l'érosion : il faut regarder la cassure d'extrêmement près pour constater que la blancheur n'en est nullement homogène et claire comme celle du marbre jurassique,

mais formée par la moyenne résultante des teintes de larges veines arrondies, les unes un peu jaunâtres, les autres, au contraire, pour ainsi dire plus que blanches, cristallines, laiteuses, à reflet d'aragonite polie, le tout enchevêtré de manière à donner l'idée d'une structure interne grossièrement oolithique ou coralline, homogène dans sa compacité. Il est vrai que le calcaire blanc jurassique présente assez souvent aussi cette apparence d'oolithe, due à l'agglomérat fossilifère dont il est formé ; mais la cassure ne se fait jamais alors d'un seul tranchant, le ciment est plutôt crayeux pulvérulent que cristallin compact, et, l'un à côté de l'autre, on ne pourrait confondre les morceaux. N'empêche qu'il a fallu la trouvaille, en place, d'énormes *Pecten*, que M. Depéret reconnut caractéristiques du Burdigalien supérieur de la vallée du Rhône, pour établir la dualité de deux faciès si semblables ayant des origines si différentes.

Dans la région de Vence-Saint-Jeannet, un autre calcaire blanc se montre, qui pourrait être, lithologiquement, confondu avec le Tithonique voisin. C'est le calcaire lacustre à silex de la rive droite de la Cagne, dont l'âge, jusqu'ici incertain, a pu être, grâce à une heureuse trouvaille de fossiles que j'y fis, sûrement rattaché par M. G.-F. Dollfus au Bartonien. Mais la bande qu'il forme, est trop nettement limitée pour qu'on puisse, en place, s'y tromper.

5. **Orographie. Culture.** — Le Portlandien, s'il forme rarement les crêtes supérieures des barres jurassiques, forme au contraire constamment le support synclinal de toutes les vallées crétacées (c'est-à-dire habitables) de la région, et souvent une lisière en bordure de la ligne de discontinuité, attestant dans toute son allure, la singulière ténacité qui l'a fait subsister, au moins à l'état de traces, alors qu'ont disparu, par étirement ou par tout autre mécanisme, presque tous les autres étages intermédiaires entre lui et les plus inférieurs amenés à son contact.

Souvent sa surrection absolument verticale a arrêté la tendance au déversement des anticlinaux poussés vers le sud, et alors son front se sculpte en cannelures géantes, en façade d'orgues, comme le montre la Pl. XXIX, représentant l'anticlinal au nord de Séranon [1]. Partout où il paraît, il donne l'idée d'une résistance massive, bien digne de la nappe frontale qui avait à faire office de bouclier dans les percées opérées à travers le Crétacé par les pointements jurassiques.

Si, dans ce rôle, a été perdu en route le fragile épiderme des bancs feuilletés supérieurs, le Calcaire blanc, lui, reparaît pres-

1. Excursion du 7 septembre.

que toujours, fût-ce à l'état de brèche, élevant souvent son témoignage de lèvre de faille retroussée (Bergerie de Thiey, Le plus près Louquier, etc.) au devant des chevauchements horizontaux auxquels feraient croire d'inexactes représentations de la région. Nous avons dit l'importance de ces Brèches pour l'étude tectonique du pays : elles en ont une culturale aussi, car elles annoncent les bandes de plus grande trituration des ingrats calcaires, où souvent s'échelonnent d'autres lambeaux plus récents, de Poudingue tertiaire, indice de puits pérennes « ayant source ». Hors cela, la terre très rouge, argilo-ferrugineuse, que donne le Portlandien, comme le Virgulien, est en général trop rare pour justifier la grosse opération des défoncements. Seules les dolines des hauts plateaux furent, au temps jadis, appréciées.

6. Liste des fossiles recueillis dans les calcaires blancs portlandiens.

Perisphinctes (indéterminable) ; Ferrier ;
Nerinea sp. — *remplissant parfois le calcaire*, notamment à Tourettes-sur-Loup, mais trop mal conservées pour être déterminées ;
Itieria rugifera Zittel ;
— *Cabanetiana* d'Orb. sp. ; plusieurs exemplaires ;
— cf. *polymorpha* Gemm. ;
— sp. ; Ferrier ;
Cerithium sp. ;
Conus (?) ;
Débris de Gastropodes divers ; Ferrier ;
Diceras sp. (Moule de grande taille) ; Coursegoules ;
Ctenostreon cf. *proboscideum* Sow. sp. ; (grand échantillon mal conservé, rappelant ceux de Kelheim) ;
Bivalves divers indéterminables ; Ferrier ;
Corbis sp. ; Ferrier ;
Trichites Seebachi Schlosser. Bel exemplaire de Valens (avec *Acrocidaris nobilis*) ;
Ostrea (*Alectryonia*) *hastellata* Quenst. ;
Ostrea (*Alectryonia*) n. sp. ; Route de Cabris ;
Pecten (*Æquipecten*) cf. *anastomoplicus* Gemm. et Di Stef. ;
— (*Chlamys*) *globosus* Quenst. ;
— — sp. ; Pilon ; Caille ; Valens ;
— — *isotoplicus* Gemm. ;
— — voisin de *P. Nattheimensis* Qu. ;
— — *vimineus* Sow. Plusieurs échantillons, dont un de grande taille ; Ferrier, etc. ;
— — *oromedon* P. de Lor. (Baden, Pl. XXII, fig. 21) ; Ferrier ;

Pecten (*Entolium*) *solidus* Roemer. Pilon. près Saint-Vallier;
Velopecten (*Hinnites*) *astartinus* Greppin sp.;
Lima notata Goldf.;
Terebratula sp. (jeunes); Ferrier;
— *formosa* Suess;
— *tychaviensis* Suess;
— voisine de *T. Bauhini* Et. (*in* Douvillé);
Nombreuses Térébratules indéterminables et, en outre :
Magellania (*Zeilleria*) *danubiensis* Schlosser sp.; environs de Mons;
— (*Zeilleria, Waldheimia*) *humeralis* Roem. sp., var. *pentagonalis* Bronn.;
— *danubiensis* Schl. sp., var. *lugubriformis* Schl.; Ferrier;
— sp.; Ferrier;
Rhynchonella lacunosa (Qu.) Haas.; Saint-Vallier; — La Graou;
— *Astieriana* d'Orb. (= *Terebratula difformis* Lamk.); caractéristique de cette assise. Se rencontre en échantillons absolument conformes aux types des couches de Wettingen et de Wangen décrits et figurés par M. Haas qui a publié une monographie détaillée de l'espèce, avec synonymie. (*Mém. Soc. Pal. Suisse*, tome XVII, 1890, p. 62);
— var. voisine de *Rh. semiinconstans* Schloss.; Saint-Vallier;
— sp.; Ferrier;
Crinoïdes indéterminables;
Apiocrinus sp.;
Cidaris indéterminable;
Acrocidaris nobilis Ag. (Du calcaire crayeux de Valens);
Fragment en mauvais état d'*Acrocidaris*; du cap Ferrat;
Plegiocidaris (*Cidaris*) *glandifera* Münster sp.; plusieurs radioles;
Moule externe d'une plaque de *Plegiocidaris glandifera* Münster sp.;
Acropeltis æquituberculata Ag. sp.;
Plaque en trop mauvais état pour être déterminée sûrement; voisine par sa zone miliaire, très granuleuse, de celles du *Porocidaris* (*Cidarites*) *granulosa* Roem. sp., mais il faudrait que le tubercule de cette plaque fût crénelé, ce qu'il n'est pas possible de remarquer;
Moule en mauvais état se rapportant très probablement à *Glypticus hieroglyphicus* Goldf. sp.;
Moule externe de *Glypticus hieroglyphicus* Goldf. sp.;
Stomechinus sp.;
Pedina indéterminable; peut-être *sublævis* Ag.;
Pygurus sp.;
Nombreux *Polypiers* remplissant les calcaires blancs zoogènes, en certains points.
Phytogyra magnifica d'Orb.;
Dendrogyra rastellina Mich.;

Epismilia alsatica From et Ferry; Cap Ferrat;
Pleurosmilia Marcoui Koby;
Schizosmilia Rollieri Koby;
Thecosmilia magna Thurm.;
— *Buvignieri* d'Orb., Cap Ferrat;
— *trichotoma* Münster, Cap Ferrat;
— *Kiliani* Koby, n. sp. (Pl. LII, fig. 1), Coursegoules;
— *furcata* Koby;
— *Guebhardi* Koby, n. sp. (Pl. LI, fig. 1-4);
Stylosmilia Michelini Edw. et H., Cap Ferrat, Ferrier;
— *Koniakensis* Ogilvie;
— *flexuosa* Koby, n. sp. (Pl. LIII, fig. 2-3);
Stylina arborea d'Achiardi, Brouis;
— *tubulifera* Philipps;
Heliocœnia Meriani Koby;
Diplocœnia Guebhardi Koby, n. sp. (Pl. LI, fig. 8), Ferrier;
Cryptocœnia Thiessingi Koby (Pl. LI, fig. 7), Ferrier;
Calamophyllia flabellum Blainv.;
— *Ducreti* Koby;
Montlivaultia compressoides Koby;
Latimæandra corrugata Edwards et Haime;
— *Sömmeringi* Goldf.;
— *minima* Koby;
Dermoseris Guebhardi Koby, n. sp. (Pl. LVI, fig. 1-2);
Convexastrea sexradiata Goldf.;
Confusastrea rustica Defrance;
Isastrea Gourdani From.;
Thamnastrea arachnoides Parkinson;
— *arborescens* Etallon.

Principales provenances. — Saint-Vallier (Pra de Saurin, Graou, Valens, Pilon, Castel Abram, Ferrier, Castellaras de la Malle, Mortier, la Traye, les Listes de Thiey); Grasse (Marbrière); Saint-Cézaire (Mauvans, sous Camplong, les Vallons); Cabris (l'Oudide); Caussols (Planestels, la Bouissière); Gourdon (La Faye, le Bois, Piboou, Embarnier, barres du Loup); Courmes (Cascade du Bès, plaine de Saint-Barnabé); Coursegoules (Garavagne, Tour du Cheiron, Charruy, Tête de Gradaïré, Niron, Lautreville); Tourrettes-sur-Loup (Rouréou, Clapières, Cousta); Vence (la Sine, gorges de Cagne); La Colle-sur-Loup (Castellas, la Tour, Gorges du Loup); La Gaude (Serens, Trigans); Caille (Faouria); Gattières (Fontgéri); Séranon (Mounegoun, Cournet, route de la Clue, Baourous); Andon (Vallon de l'Audibergue, Pas de la Mule, Castellaras, les Vallettes, Hubac du Loup); Gréolières (Plan du Peiron, Coulette); Cipières (Hubac du Grand Pounch, Cannebières,

Graous de Pète); Bezaudun (le Puy, Combe de San Peiré, Gardette, Gourbel), Mons (Bliauge, Saint-Jean, Louquiers, La Pale, Aubarède); Beaulieu-sur-Mer (Cap Ferrat); Hubacs de Lachen (Var), de Brouis (Basses-Alpes); etc.

7. **Résumé stratigraphique et paléontologique.** — Cette faune rappelle beaucoup celle du Tithonique coralligène de l'Hérault (Bois de Mounier, Murles) récemment décrite par M. Roman, et de la Sicile, étudiée par Gemmellaro; elle se rapproche également de celle de l'Echaillon (Isère) et surtout de celle de Kelheim en Franconie.

Sa pauvreté ne permet pas d'établir des comparaisons bien approfondies. Il convient cependant de rappeler que les fossiles qui la caractérisent le mieux, *Rhynchonella Astieriana* d'Orb. [1] et *Cidaris glandifera* Münst., se rencontrent également en abondance, accompagnant aussi des *Itieria*, des Nérinées, etc., dans les calcaires zoogènes de la Souabe orientale et de la Franconie (Kelheim, etc.) qui, dans ces régions, terminent la série jurassique (Jura blanc ε) et dont on retrouve ici quelques formes spéciales [2] (*Trichites Seebachi*, *Pecten Nattheimensis*, *Magellania danubiensis*, etc.).

A Andon, les couches les plus élevées de ces calcaires blancs, moins massifs, plus compacts et se débitant en dalles obliques dans leur partie supérieure, ont fourni à l'un de nous (M. Kilian) un exemplaire typique de *Natica Leviathan* Pictet (= *Strombus Sautieri* auctor.), espèce du Valanginien inférieur (Berriasien) ou marbre bâtard de la région jurassienne.

Il se peut donc que les Calcaires blancs correspondent par places, dans notre région, comme c'est le cas à l'Echaillon en Dauphiné, *non seulement à l'ensemble du Portlandien et du Tithonique, mais aussi à la base du Crétacé* (Valanginien inférieur = Berriasien), c'est-à-dire au « Marbre bâtard » du Jura méridional qui contient le même fossile et qui rappelle beaucoup, par sa nature lithologique, les calcaires supérieurs d'Andon [3].

1. Cette forme, malgré sa coexistence avec *Rh. trilobata* Ziet. sp. dans le Kimeridgien, paraît, comme le pensait Ed. Hébert, avoir son maximum de fréquence à un niveau supérieur à celui de cette dernière espèce.

2. Voir la Monographie de M. Schlosser (*Palæontographica*, 1881).

3. Un certain nombre d'espèces du Jurassique supérieur de la région d'Escragnolles avaient été citées par Coquand, Dieulafait, Gauthier (*B. S. G. F.*, (2), XVI), puis par M. Zürcher et par nous (*B. S. G. F.*, (3), XXIII, 1895).

VIII. Conclusions générales

Si nous essayons maintenant de résumer les caractères que présentent dans la région considérée les dépôts du système jurassique, nous croyons pouvoir formuler les conclusions suivantes :

A un Jurassique moyen de faciès néritique, à Echinides, Crinoïdes, Brachiopodes et Pélécypodes, avec oolithes, calcaires à silex, etc., contrastant singulièrement avec le Dogger vaseux et bathyal des environs de Digne et de Castellane rappelant le *faciès provençal*, si bien caractérisé dès 1892 par M. Haug, comme révélant nettement l'existence, au S., d'un continent émergé voisin (massif des Maures), succèdent des dépôts de type plus profond, à Céphalopodes, s'étendant jusqu'au Séquanien supérieur, puis le faciès redevient néritique et zoogène aux époques kimeridgienne et portlandienne.

Le *Callovien* offre encore avec ses nombreux *Pecten*, mêlés à des Céphalopodes, et malgré la finesse de ses sédiments, quelques indices du régime néritique.

Dans l'*Oxfordien*, la présence de glauconie [2] en certains points ainsi que l'*abondance locale des Spongiaires*, rappelant le faciès argovien, accuse la même influence, mais la faune est composée en majeure partie d'Ammonitidés ; elle rappelle celle de certaines couches de même âge de la bordure occidentale du Plateau central (Les Vans, Saint-Paul-le-Jeune, Joyeuse, Ardèche).

Le *Rauracien* et le *Séquanien* sont des formations exclusivement bathyales, de nature vaseuse, à Ammonites, et semblent indiquer un plus grand éloignement du rivage.

Plusieurs d'entre elles n'ont pas été retrouvées; ce sont notamment :
Ammonites Achilles d'Orb. (cité par Gauthier).
— *Lallierianus* d'Orb. (cité par Coquand dans les couches supérieures).
— *longispinus* Sow. (cité par Coquand).
— *suprajurensis* d'Orb. (cité par Coquand.
— *Gravesianus* d'Orb. (cité par Coquand).

D'Orbigny a mentionné l'*Ostrea virgula* entre Cuers et Brignoles, mais ce fossile n'a pas été signalé à nouveau dans cette localité.

Rhynchonella Astieriana d'Orb. et *Rh. trilobata* Ziet. sp. ont été indiqués depuis longtemps comme se rencontrant à Gréasque (Bréasc) ainsi que *Cidaris florigemma* (?) et *Rhabdocidaris caprimontana*.

2. Voici la diagnose micrographique d'un calcaire oxfordien glauconieux de Mons (nos 43 et 44 collection Kilian-Hovelacque = no 1692 de la collection Guébhard) : Structure fine, *nombreux grains de glauconie verte*, beaucoup de matière amorphe; débris cristallins fins triturés; éléments linéaires, (Radiolaires?) ; petits débris d'organismes divers.

Enfin la série des dépôts jurassiques supérieurs (*Kimeridgien* et *Portlandien*) si patiemment étudiée par le Dr Adrien Guébhard aux environs de Saint-Vallier, présente dans cette région, au point de vue de la répartition des faciès dans le temps et dans l'espace, une identité très grande et pour ainsi dire frappante, qu'il est intéressant de mettre en lumière, avec les régions classiques de la Franconie et du Jura méridional. Le Séquanien et le Kimeridgien inférieur (Jura blanc δ) présentent de part et d'autre des formations bathyales à Ammonites ; mais à partir du Kimeridgien supérieur les Céphalopodes disparaissent de nouveau presque complètement, cédant la place à une faune moins profonde; ce sont d'abord les Brachiopodes (*Terebratula Zieteni, T. farcinata*, etc.; *Rhynchonella trilobata*); puis apparaissent les formations zoogènes et coralligènes avec leur *cortège de calcaires à silex*, et leurs intercalations lenticulaires de calcaires lithographiques [1] occasionnant DES COMBINAISONS DE FACIÈS QUI RAPPELLENT D'UNE FAÇON SAISISSANTE LE MALM DE FRANCONIE.

Le tout se termine par un épisode coralligène à *Rhynchonella Astieriana* et *Cidaris glandifera*, qui passe au sommet (Andon) à des calcaires blancs à *Natica Leviathan*, probablement déjà berriasiens.

Cette composition du Jurassique avec ses variations nous confirme dans l'impression que les Préalpes maritimes correspondent au bord méridional d'un géosynclinal mésozoïque et semblent indiquer comme l'un de nous l'a fait remarquer en 1888 [2], le voisinage d'un littoral ou tout au moins d'un haut fond dans la direction du S. O. Le long de ce littoral, les moindres transgressions et régressions des eaux marines se manifestaient par des modifications successives dans le faciès des dépôts.

Il est tout à fait remarquable de constater, pour la partie terminale du Jurassique dans les Préalpes Maritimes, la reproduction frappante des conditions de faciès observées dans le Jura franconien et qu'ont fait connaître dans toutes leurs particularités des travaux nombreux et classiques [3].

1. Une visite de la région et une étude attentive du Col de Ferrier a conduit M. Kilian à considérer comme très nette la nature lenticulaire des calcaires lithographiques et leur passage latéral à des calcaires zoogènes, avec cortège de silex.

2. KILIAN, Montagne de Lure, p. 402, etc.

3. L. v. AMMON. Die Jura Ablagerungen zwischen Regensburg und Passau. München, 1875.

L. v. AMMON. Kleiner geologischer Führer durch einige Theile der Frän-

Il est en particulier remarquable de voir, dans les Préalpes Maritimes, le Kimeridgien présenter, comme en Souabe, un horizon inférieur à Céphalopodes (Jura blanc ε de Quenstedt) qui tend à se confondre ici, par son aspect lithologique, avec le Séquanien (γ), mais qui s'en distingue cependant par la présence d'une série d'Ammonites, comme *Per. Eumelus*, *Aulacostephanus Phorcus*, *Perisphinctes* cf. *danubiensis*, *Per. contiguus*, *P. Frischlini*, *P. trimerus*, *Aspid. catalaunicum* et de nombreux *Simoceras*, et un horizon supérieur où apparaissent des variations de faciès (Jura blanc ε) assez nombreuses : des couches à Brachiopodes (*Rhynchonella trilobata*), des calcaires massifs *à silex*, des calcaires zoogènes et ruiniformes, que surmontent ensuite des masses de calcaires zoogènes correspondant à la zone à *Opp. lithographica* et passant *latéralement* à des bancs lithographiques avec quelques *Exogyra virgula*, en tous points semblables aux calcaires de Solenhofen et, comme ces derniers, recouverts par des calcaires blancs à *Diceras*, *Itieria*, *Rhynchonella Astieriana*, *Cidaris glandifera*, etc.

Cette identité se produit jusque dans les détails, ainsi que le fait, voir le tableau ci-joint, et l'on assiste, en suivant les modifications du Malm, de la chaîne des Dourbes près de Digne jusque vers Escragnolles et Saint-Vallier, c'est-à-dire du N.O. vers le S.E., à une TRANSFORMATION ANALOGUE A CELLE QUE SUBISSENT LES DÉPOTS DE MÊME AGE DU S.O. AU N.E. LORSQU'ON SE DIRIGE DES ALPES BAVAROISES OU DU VORARLBERG VERS LA FRANCONIE.

Il y a tout lieu de supposer par conséquent qu'à l'Est du Jura franconien, vers les limites de la Bavière et de la Bohême, le MASSIF DE LA BOHÊME FORMAIT UN LITTORAL LE LONG DUQUEL LES DIFFÉRENTS FACIÈS CONSTITUAIENT DES ZONES ANALOGUES A CELLES QUI AURÉOLAIENT DANS NOTRE RÉGION LA MASSE CONTINENTALE AUJOURD'HUI INDIQUÉE PAR LE MASSIF CRISTALLIN DES MAURES.

kischen Alp. (*Exkursion von Mitgliedern der Deutschen geologischen Gesellschaft in den Frankenjura.* — Münich, 7 septembre 1899).

W. von Gümbel. Geognostische Beschreibung der Fraenkischen Alp. (Frankenjura) mit dem anstossenden Keupergebiete. — Kassel, 1891.

J. F. Pompeckj. Die Jura-Ablagerungen zwischen Regensburg u. Regenstauf. *Geogn. Jahreshefte*, 1901. *Annec. XIV*. München, 1902.

On lira avec beaucoup de fruit, au sujet des variations de faciès et du synchronisme des assises kimeridgiennes et portlandiennes de Franconie, de Souabe et d'Argovie l'ouvrage suivant :

Th. Schmierer : Das Altersverhaeltnisse der Stufen ε. und ξ. des weissen Jura. *Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch.*, tome 54, p. 525. 1902.

Voir aussi :

Walther. Die Fauna der Solenhofener Plattenkalke, bionomisch betrachtet, Jena. 1904.

Tableau montrant l'analogie des faciès du Malm dans les environs de Saint-Vallier (Alpes-Maritimes) avec celui du S.E. de l'Allemagne, par M. W. KILIAN.

ENVIRONS DE SAINT-VALLIER (Alp.-Marit.)			SOUABE, BAVIÈRE ET FRANCONIE (d'après MM. v. Guembel, v. Ammon, Pompeckj, Schmierer, etc.)	JURA BLANC
Calcaires berriasiens à *Natica Leviathan* d'Andon. (Base du Crétacé).				
PORTLANDIEN inférieur. II.		Gros bancs de calcaires récifaux blancs zoogènes, saccharoïdes, à Polypiers, Nérinées, *Itieria*, *Rhynchonella Astieriana*, *Cidaris glandifera*, et Calcaire jaunâtre esquilleux, en bancs massifs. — Calcaire *à silex*.	Calcaires zoogènes à *Diceras*, *Itieria*, *Rhynchonella Astieriana*, *Terebr. moravica*, *Cidaris glandifera*, Brenzthaloolith, calcaires à Polypiers avec quelques silex, oolitiques (Kelheim, Schnaitheim, etc.) *Perisph. danubiensis* Schl., *Holcost. portlandicus*.	ζ
PORTLANDIEN inférieur. I. Zone d'*O. lithogr.*		Calcaires lithographiques de Ferrier, quelques *Ex. virgula* à la surface des bancs. — Calcaires massifs à cassure esquilleuse, zoogènes.	Calc. lithographiques de Solenhofen, etc. (Zone à *Oppelia lithographica*). Individus isolés d'*Exogyra virgula*. — C Zoogènes à *Diceras* — Calc. à *Prosopon* — Calc. zoogènes à *Diceras*: Winzer, Neukelheim. — Calc. coralligènes de Blaubeuren, Cementmergel. Horizon corallien de Nattheim. Brèche (Grenzbreccie).	
KIMERIDGIEN Zone d'*Aulacost. pseudomutabilis*	supérieur	Calcaires blancs zoogènes, calcaires à silex et dolomies ruiniformes, *Rhynchonella trilobata*, *Terebratula farcinata* (= *T. insignis* auctorum).	Dolomies de Franconie, calcaires à silex d'Engelhardsberg, calcaires oolithiques; calcaires ruiniformes (Plumpe Felsenkalke) et à Spongiaires (Schwammkalke), Marmorkalke. Marnes de Blaubeuren. — Niveau principal de *Tereb. insignis*, *Perisphinctes ulmensis*, *Rhynch. trilobata*. (Trilobatenkalk).	ε
	infér.	Calc. compacts, bien lités. *Simoceras*, *Aulacost. phorcus*, *Perisph. eumelus*.	Assises à *Aulacostephanus pseudomutabilis* et *Aul. Eudoxus* (Hornsteinkalk).	δ
SÉQUANIEN (= Astartien)		Calcaires en bancs réguliers à Ammonites de la zone à *Perisphinctes polyplocus* et *Oppelia tenuilobata* (*Perisphinctes sub fascicularis*, *P. Lothari*, *P. lictor*, *P. effrenatus*, *inconditus*, *Sutneria platynota*), etc. — Ces deux assises sont lithologiquement peu distinctes	Assises à *Oppelia tenuilobata*; *Perisphinctes Lothari*, *P. polyplocus*, *P. inconditus*; *Sutneria platynota*.	γ

II. — PALÉONTOLOGIE

Au point de vue paléontologique, le trait le plus caractéristique des faunes que nous venons d'énumérer est l'ASSOCIATION D'ESPÈCES DE L'EUROPE CENTRALE qu'on est quelque peu surpris de voir apparaître au Sud de régions où prédominent déjà des formes plus méridionales, AVEC DES TYPES MÉDITERRANÉENS tels que les *Phylloceras*, les *Lytoceras* et les *Simoceras*.

Dans le Bajocien, nous trouvons, à côté d'Echinides de la Lorraine et du Jura, *Terebratula ventricosa* Ziet. qui est une forme de l'Europe centrale ; aucun élément méridional ne s'y rencontre.

Le Bathonien montre des types de Brachiopodes identiques à ceux du Boulonnais et de l'Ardenne (*Rh. Hopkinsi*, *Rh. elegantula*, *Rh. decorata*) et des *Ostrea* d'un type anglo-parisien, sans aucune espèce méridionale.

Dans le Callovien, deux *Phylloceras* et un fragment de *Lytoceras* représentent l'élément méditerranéen, alors que toutes les autres formes citées sont des types habituels au Callovien de l'Europe centrale (notamment *Pecten fibrosus* si fréquent dans l'Est de la France).

Dans la faune oxfordienne, on voit à côté de nombreux *Perisphinctes* de types variés, quelques formes souabes, mais aussi comme en Portugal et à Trept (Isère), des types orientaux, tels que *Perisph. rota* et *P. subrota* ; le caractère méditerranéen indiqué par l'abondance des *Phylloceras*.

L'étage séquanien et le Kimeridgien inférieur offrent un mélange d'espèces souabes (*Perisph. Frischlini*, *P. trimerus*, *P. Lothari*, *P. lictor*, *P. Güntheri*, nombreuses *Neumayria*, *Sutneria phatynota*), avec des types méridionaux (*Simoceras*, *Lytoceras Orsinii*, *Lissoceras*, etc.). Les *Simoceras* sont, comme en Souabe, assez fréquents dans le Séquanien supérieur.

Avec le Kimeridgien, les Brachiopodes à cachet jurassien [1] abondent (*Tereb. farcinata*, *T. semifarcinata*, *T. Bauhini*, *T. Zieteni*) ; toutefois la prédominance de *Rh. trilobata*, l'existence de formes de Stramberg (*Ter. formosa*, *Mag. magadiformis*, etc...) ainsi de *Cidaris glandifera*, de *Lissoceras*, etc... nous rappellent que que nous ne sommes ni dans le Jura ni dans l'Yonne.

Enfin, dans le Portlandien, ce sont les espèces coralligènes qui dominent, mais certains types comme *Pecten isotoplicus* Gemm., *Ter. tychaviensis*, *Cidaris glandifera*, en soulignent le *cachet méridional*.

1. Plusieurs de ces formes sont abondantes à Morestel (Isère).

Espèces figurées dans les Planches XLVIII, LIX et XL

Aspidoceras cf. Lemani E. Favre

Planche XLVIII, fig. 1.

(E. Favre, Voirons, Pl. V, fig. 8 : *Ammonites Lemani* de la Zone à *Ammonites transversarius* des Voirons).

Cette espèce que nous avions d'abord rapprochée de *Aspid. hirsutum* Bayle, mais qui en diffère par la forme carrée de ses tours et par l'absence de tubercules ombilicaux, par l'élargissement de son ouverture vers le bord siphonal, se distingue aussi de *Aspid. Edwardsianum* d'Orb. par la présence dans le jeune âge, de plusieurs côtes aplaties correspondant aux larges tubercules marginaux ; nous croyons devoir la rapporter à *Aspid. Lemani* E. Favre, dont la diagnose et les figures correspondent bien à l'échantillon provenant du Cheiron, près Coursegoules, que nous avons eu entre les mains et fait figurer.

Perisphinctes Ribeiroi Choff., et Perisphinctes inconditus Font.

Planche XLVIII, fig. 2.

Pour montrer la fréquence extrême et la bonne conservation avec lesquelles se rencontrent. par places, les *Perisphinctes* dans le Séquanien des Préalpes maritimes, nous avons cru intéressant de faire figurer une plaque de calcaire qui présente plusieurs exemplaires de *Perisphinctes inconditus* Font. (variété passant à *Perisphinctes subfascicularis* d'Orb.) et un grand échantillon de *Perisphinctes Ribeiroi* Choff., espèce voisine de *Perisphinctes lictor* ; elle a été recueillie par M. Guébhard, à la Colle de Mons.

Lytoceras Orsinii Gemm.

Planche XLIX, fig. 1.

Bel exemplaire du Séquanien. — Collet de Rougiès près Caussols (Alp.-Marit.) (Pour les observations, voir plus haut à la liste des fossiles du Séquanien).

Perisphinctes Frischlini Opp. sp.

(= *P. trifurcatus* Quenst.)

Planche XLIX, fig. 2 *a-b*.

(*Ammonites Frischlini* Opp. *in* de Loriol, Oberbuchsiten, Pl. VIII, fig. 1).

Nous faisons figurer à titre de curiosité un des fragments de cette espèce souabe et argovienne *qu'il est très intéressant de rencontrer dans les Alpes-Maritimes*. Nos échantillons ne présentent du

reste aucune particularité qui permette de les séparer du type normal de l'espèce. Cette forme doit provenir du Kimeridgien inférieur, c'est à dire du sommet des calcaires dits séquaniens ; elle a été recueillie aux environs de Mons.

Simoceras cf. Malletianum Font. sp. (jeune)

Planche L, fig. 1.

Forme jeune qui peut aussi bien se rattacher à *Simoceras Malletianum* Font. sp. qu'à une des espèces décrites par M. Gemmellaro (*Sim. Favaraense*, etc...), mais qu'il est intéressant de faire figurer à cause du rôle que jouent les *Simoceras* dans la faune kimeridgienne inférieure des Préalpes maritimes. L'inflexion régulière en avant des côtes et leur mode de bifurcation tout à fait semblables à ce que l'on observe sur la fig. 2 pl. XVI du Mémoire de MM. Dumortier et Fontannes, nous engagent à y voir un jeune de *Simoceras Malletianum*.

Simoceras Sautieri Font. sp. (jeune)

Planche L, fig. 2 *a* et 2 *b*.

Il nous semble naturel de rapporter à cette espèce un petit *Simoceras* caractérisé par ses côtes alternativement simples et bifurquées, cette bifurcation se faisant sur le tiers externe des flancs et étant accompagnée, comme sur la figure 1 de la planche XVII du Mémoire de Dumortier et Fontannes, d'une inflexion brusque vers l'ouverture. — On remarque trois étranglements par tour.

Simoceras Cafisii Gemm.

Planche L, fig. 3.

(Gemmellaro, Sopra alcune faune Giurese et Liasiche, Pl. VIII, fig. 4).

Nous rapportons à cette espèce, des calcaires à *Aspidoceras acanthicum* de la Sicile, un échantillon caractérisé par ses tours comprimés, ses côtes peu flexueuses, presque droites, alternativement simples et bifurquées, et l'absence de constrictions. Notre échantillon ne diffère de la figure de Gemmellaro que par le nombre un peu plus grand de ses côtes. Cette forme se distingue de *Simoceras peltoideum* Gemm. par des côtes moins infléchies en avant, plus larges, et par l'absence de constrictions. Elle diffère de *Simoceras* (*Perisphinctes*) *Taramellii* Mariani (*Atti Soc. ital. d. Sc. nat.*, t. XXXVIII, Pl. I, fig. 1, 2) par des tours un peu plus larges, un plus grand nombre de côtes simples, surtout sur les

tours internes, et, pour les côtes bifurquées, enfin, par la place de la bifurcation, qui est plus éloignée de l'ombilic.

Cette espèce fait partie du groupe de *Simoceras favaraense* Gemm. sp. ; *S. agrigentinum* Gemm. sp., *Sim. Grecoi* Canav. etc.

Séquanien supérieur des environs d'Escragnolles.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XLVIII

Fig. 1. — *Aspidoceras* cf. *Lemani* E. Favre. — Oxfordien du Cheiron près Coursegoules. — Grandeur naturelle.

Fig. 2. — *Perisphinctes Ribeiroi* Choffat et *Perisph. inconditus* Font. — Plaque de calcaire séquanien. Colle de Mons. — Réduction de 1/15e environ.

PLANCHE XLIX

Fig. 1. — *Lytoceras Orsinii* Gemm. — Séquanien supérieur du Collet de Rougiès (Cipières). - Réduction de 1/15e environ.

Fig. 2 *a*. — *Perisphinctes Frischlini* Opp. sp. (= *P. trifurcatus* Quenst). — Séquanien supérieur des environs de Mons. — Vue des flancs. — Grandeur naturelle.

Fig. 2 *b*. — *Id.* — Vue de la partie ventrale du même échantillon. — Grandeur naturelle.

PLANCHE L

Fig. 1. — *Simoceras* cf. *Malletianum* Font. sp. — Kimeridgien inférieur des environs de Mons. — Agrandissement d'un sixième.

Fig. 2 *a*. — *Simoceras Sautieri* Font. sp. var. — Kimeridgien inférieur des environs de Mons. — Vue des flancs. Agrandissement de 1/5e environ.

Fig. 2 *b*. — *Id.* — Vue de la partie ventrale du même échantillon.

Fig. 3. — *Simoceras Cafisii* Gemm. — Kimeridgien inférieur des environs de Mons. — Grandeur naturelle.

SUR UN

GISEMENT DE FOSSILES BATHONIENS

PRÈS DE COURMES (A.-M.)

par M. **M. COSSMANN**

(Planches XLVI et XLVII).

Ce gisement, unique jusqu'à ce jour pour la région, et d'ailleurs fort restreint, mais heureusement très riche en fossiles, a été découvert par M. Guébhard, à son premier passage sur la route du pont de Bramafan, à Courmes, et signalé aux excursionnistes du 8 septembre avant leur descente au Saut-du-Loup.

Il se trouve dans le talus même de la montée, à l'endroit où celle-ci va décrire, sur un cap escarpé de dolomies, marqué par une croix (pl. XXXVII et fig. 84, p. 631), un petit coude brusque vers l'est, pour contourner la chute, presque à pic, du Ravin-des-Combes.

Constitué par des lits de 20 à 30 cm. presque verticaux, orientés vers le Saut-du-Loup, d'une marne jaune verdâtre, intercalée entre des bancs un peu plus calcaires ou dolomitiques, il ne semble pas, de prime abord, devoir offrir une grande variété. Mais un triage soigné des nombreux moules de Nérinées, trop souvent mal conservées, qui en pétrissent les déblais, a permis d'en extraire une faune reconnaissable, complétée par le lavage et le tamisage d'une terre remplie de toutes petites espèces.

Les descriptions qui vont suivre représentent le résumé d'un nombre de visites déjà respectable, mais qu'il y aurait intérêt à multiplier, si les difficultés d'accès et, surtout de séjour, dans la localité, ne rendaient la chose assez compliquée, en un pays où, seule, l'obligeance des habitants peut compenser le défaut absolu de toute espèce de ressource hospitalière.

Quoi qu'il en soit, nous exprimons l'espoir que cette première contribution monographique à la faune bathonienne de cette région, pourra, en appelant l'attention des géologues, être le prélude d'autres publications paléontologiques, destinées à enrichir la faune jurassique de la France.

SULCOACTÆON ELATIOR, *nov. sp.*

Pl. XLVII, fig. 1-3[1].

Taille très petite ; forme ovoïdo-conique ; spire un peu allongée, subulée, mucronée au sommet ; six tours dont la hauteur égale à peu près la moitié de la largeur, peu convexes, non étagés, séparés par des sutures non canaliculées, ornés de quatre ou cinq sillons spiraux. Dernier tour égal aux deux tiers de la hauteur totale, ovale, peu ventru, convexe à la base, sur laquelle les sillons se resserrent, jusqu'au bourrelet basal qui est plissé et qui forme un bec antérieur. Ouverture ovale, étroite, terminée en bec en avant ; labre peu convexe, presque vertical.

Dimensions. — Longueur : 4 millim. ; diamètre : 2 millim.

Rapports et différences. — On ne peut confondre cette petite coquille avec *S. Rigauxi*, du Corn-Brash du Boulonnais, à cause de sa forme plus élancée, de son dernier tour plus court, et de ses sillons plus serrés. D'autre part, Koch et Dunker ont décrit une espèce allemande, *Tornatella pulla*, sur laquelle je n'ai pas de renseignements, mais à laquelle a été assimilée, par M. Hudleston (*Geol. Mag.* 1885, p. 253, pl. v, fig. 5), une coquille de Cloughton, appartenant à peu près au même niveau, et confondue par Morris et Lycett avec *Actæon Sedgwicki*, à titre de variété moins ventrue. La coquille de Courmes est encore plus étroite que celle d'Angleterre, et surtout elle a les tours moins convexes, moins étagés. Dans ces conditions, elle paraît bien représenter une espèce nouvelle, dont le galbe ne pourrait guère être comparé qu'à celui de *S. hordeolus* Buv. (*Tornatella*) ; mais cette espèce rauracienne a la surface lisse, sauf à la base du dernier tour, et ses tours sont plus convexes.

CERITHIELLA CORRUGATA, *nov. sp.*

Pl. XLVII, fig. 17-18.

Taille moyenne ; forme turriculée, cylindracée ; spire longue, à galbe conique ; tours plans, dont la hauteur égale les deux tiers de la largeur, étagés au-dessus de la suture par une étroite rampe en gradin déclive ; ornementation obsolète, formée, sur les premiers tours, de deux cordons spiraux antérieurs, granuleux à l'intersec-

1. Tous les types figurés dans la présente note viennent exclusivement du gisement de Courmes et appartiennent à ma collection, à laquelle ils ont été gracieusement cédés par M. Guébhard ; je me dispense donc de rappeler ces indications à propos de chacune des espèces.

tion de rides axiales, irrégulières, obliques d'avant en arrière, formant un crochet rétrocurrent sur la rampe suprasuturale. Dernier tour arrondi à la base, qui ne porte plus que des rides axiales et dont le cou est un peu excavé sous le bec antérieur de l'ouverture.

Dimensions. — Longueur probable : 25 mill. ; diamètre : 7 mill.

Rapports et différences. — Le classement dans le genre *Cerithiella*, des deux échantillons figurés, quoique assez frustes, me paraît absolument certain, à cause de l'obliquité et de la sinuosité rétrocurrente des rides bien visibles qu'ils portent l'un et l'autre ; l'ouverture est malheureusement mutilée, et c'est à peine si l'on aperçoit, sur le plus petit des deux individus, la naissance du bec caractéristique des espèces de ce genre.

La coquille bathonienne qui se rapproche le plus de notre nouvelle espèce est *C. minuestriata* Piette ; mais *C. corrugata* est beancoup moins conique, plus élancé et plus turriculé ; en outre, ses rides sont plus épaisses et découpent, sur les cordons spiraux des premiers tours, des granulations qui s'oblitèrent à l'âge adulte, mais dont on n'aperçoit pas la trace chez l'espèce de l'Aisne et du Boulonnais. Dans les terrains jurassiques supérieurs, *C. Legayi* Cossm. et surtout *Fibula Pellati* de Lor. paraissent avoir le même galbe, mais sont dépourvus de rampe suturale et de rides axiales. Enfin *F. undulosa* Piette, est beaucoup plus conique que *C. corrugata*, et *F. úndans* Piette, qui s'en rapproche davantage par son galbe, est dépourvu de rampe et a les costules interrompues à la base.

NERINEA ESPARCYENSIS Piette

Pl. XLVII, fig. 5-6.

1855. *N. esparcyensis* Piette, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (2), XII, p. 1110.
1885. — Cossm. Contrib. ét. bath., p. 189, pl. IX, fig. 4, et pl. XVIII. fig. 10. *Mém. S. G. Fr.*, (3), III, 1885.
1898. — Cossm. Contr. Pal. fr., Nérinées, p. 28, pl. II, fig. 5-7. *Mém. S. G. Fr., Pal.*, VIII, 1902.

Observations. — La détermination de notre unique [1] échantillon du gisement de Courmes présente un peu d'incertitude, à cause de son état de conservation; il n'y a que trois espèces bathoniennes auxquelles on puisse le rapporter : *N. bathonica* Rig. et Sauv., *N. esparcyensis* Piette, et *N. multistriata* Piette ; il n'est exactement pareil à aucune de ces trois espèces, mais il s'écarte moins

1. M. Guébhard m'a depuis envoyé de nombreux échantillons de la même espèce; l'examen de ces matériaux, quoiqu'ils soient toujours assez frustes, n'a pu que confirmer ma détermination première.

de *N. esparçyensis* que des deux autres, de sorte que je crois plus prudent de l'y rapporter que d'en faire le type d'une espèce nouvelle, eu égard à l'état un peu fruste de sa surface.

La spire a le même galbe et les tours ont la même hauteur relative que chez *N. esparçyensis*; toutefois la base est plus obliquement déclive et ne montre pas le sillon spiral qui est visible sur les individus des Ardennes; en outre, on n'y aperçoit pas de plis d'accroissement, ni de rugosités sur le bourrelet sutural; mais c'est peut-être la conséquence de l'usure du test. D'autre part, les tours sont beaucoup plus étroits et moins excavés que ceux de *N. bathonica*. Enfin, si on compare cet échantillon à *N. multistriata*, dont les tours sont aussi peu élevés, on trouve que le profil de ces derniers est plus excavé et que leur surface est ornée de filets spiraux qui auraient dû laisser quelques traces sur l'individu de Courmes. Quant à *N. præspeciosa* Cossm., dont les tours sont semblables à ceux de *N. esparçyensis*, c'est une espèce à sutures ondulées par les tubercules des bourrelets infrasuturaux, et il n'y a rien de semblable, même à l'état obsolète, chez notre échantillon, qui n'a d'ailleurs pas le profil scaliforme de *N. præspeciosa*.

Il ressort de ce qui précède que, jusqu'à ce qu'on soit plus certain qu'il s'agit d'une espèce nouvelle, il est préférable de se borner à la déterminer ainsi que je l'ai fait.

Nerinella elegantula [d'Orbigny].

Pl. XLVI, fig. 10-14.

1849. *Nerinea elegantula* d'Orb. Prodr., I, 11e ét., p. 298, n° 83.
1851. — d'Orb. Pal. fr., Terr. jur., II, p. 88, pl. CCLIII, fig. 5-6.
1889. — Cossm. Contrib. ét. bath., p. 211, n° 272, pl. III, fig. 12-13. *Mém. S. G. Fr.*, (3), III, 1885.
1898. *Nerinella elegantula* Cossm. Contrib. Pal. fr. Nérinées, p. 102, pl. VIII, fig. 26-27. *Mém. S. G. Fr.*, *Pal.*, VIII, 1902.

Ce fossile, l'un des plus abondants dans le gisement de Courmes, est facilement déterminable, à cause de ses tours étagés par une carène très saillante, ou plutôt par un bourrelet garni en dessus d'une rangée de perles confluentes, taillé en dessous par une rampe à angle droit qui est lisse; la suture peu visible est située entre la rampe et la rangée de perles. La région plane de chaque tour est ornée d'abord de deux — puis de trois — cordonnets granuleux; mais celui du milieu persiste seul sur les derniers tours, les deux autres filets ayant une tendance à s'effacer ou à devenir lisses. La base du dernier tour est déclive et elle porte quatre cordons granuleux, régulièrement écartés.

Les plus grands individus recueillis par M. Guébhard, dépassent beaucoup la taille que j'ai indiquée dans mon Mémoire sur les Nérinées : 40 millimètres de longueur probable, sur 9 ou 10 mill. de diamètre à la base. Néanmoins leur galbe est identique à celui des échantillons du Boulonnais ; comme, d'autre part, l'ornementation est complètement semblable, l'identification de ces spécimens avec *N. elegantula* paraît certaine.

NERINELLA SCALARIS d'Orbigny.

Pl. XLVI, fig. 6-9.

1849. *Nerinea scalaris* d'Orb. Prodr., I, 11e ét., p. 298, n° 84.
1851. — d'Orb. Pal. fr., Terr. jur., II, p. 87, pl. CCLIII, fig. 1-4.
1885. — Cossm. Contrib. ét. bath., p. 207, pl. I, fig. 29-30. *M. S. G. Fr.*, (3), III.
1898. *Nerinella scalaris* Cossm. Contrib. Pal. fr., Nerinées, p. 100, pl. VIII, fig. 17-19. *M. S. G. Fr. Pal.*, VIII.
1899. — Cossm. Note Gastr. St-Gaultier, *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 548, pl. XIV, fig. 9.

Rapports et différences.— Au milieu des nombreux échantillons de *N. elegantula* qu'on trouve à Courmes, j'ai séparé un certain nombre de petites Nérinelles, qui appartiennent évidemment à la pointe d'une autre espèce, et deux fragments de coquilles plus adultes qui ont tout à fait l'aspect de *N. scalaris* ; on sait que cette espèce est dimorphe et très étroite, de sorte qu'il faut tenir compte des différences qui existent, sur le même individu, entre les premiers et les derniers tours. En tous cas, les jeunes échantillons se distinguent de ceux du même âge de *N. elegantula*, provenant du même gisement, par leurs tours moins étagés, par leur ornementation plus obsolète et par l'absence ou par l'extrême finesse des cordons sur la base, qui est plus évidée. En outre, l'angle spiral est beaucoup plus aigu, les tours paraissent presques plans, un peu évidés seulement quand la coquille devient adulte. Toutefois, on ne peut pas confondre cette espèce avec *N. pseudocylindrica* qui a les tours plus subulés et dépourvus des cordons spiraux dont on observe la trace très effacée sur nos échantillons de Courmes ; ceux-ci, en effet, ne sont pas dans un état de conservation très satisfaisant ; cependant il m'a paru utile d'en donner la figure, afin de bien faire ressortir les caractères apparents qui permettent de les trier quand ils sont mélangés avec des individus de *N. elegantula*.

NERINEA *cf.* CARINATA Piette.

Pl. XLVI, fig. 5.

1855. *N. carinata* Piette. Obs. étages inf. Jurass. Ardennes et Aisne. *B. S. G. F.*, (2), XII, p. 1118.
1885. — Cossm. Contrib. ét. bath., p. 186, pl. XIII, fig. XIII et pl. XVIII, fig. 23-25. *M. S. G. Fr.*, (3), III.
1898. — Cossm. Contr. Pal. fr. Nérinées, p. 27, pl. II, fig. 29-31. *M. S. G. Fr. Pal.*, VIII.

Observations. — Les deux fragments que je rapporte à cette espèce du « Corn Brash » sont trop peu caractérisés pour qu'on puisse leur attribuer une dénomination nouvelle. En réalité, ils ne sont pas aussi courts ni aussi trapus que l'espèce des Ardennes ; leurs tours paraissent moins carénés, moins évidés ; mais je ne vois pas à quelle autre forme bathonienne, déjà connue, on pourrait les rapporter.

Le plus gros et le plus complet de ces deux fragments a un angle spiral d'environ 25° ; l'évidement médian des tours de spire est subanguleux ; la base du dernier tour, isolée par une carène assez saillante, est convexe et lisse. L'autre échantillon comporte environ huit tours presque plans et paraissant lisses, non étagés aux sutures, de sorte qu'il n'est pas possible de le confondre avec les jeunes individus de *Nerinella scalaris*, qui sont loin d'être aussi trapus ; comme sa base est également lisse et convexe, je ne puis que le rapprocher du gros fragment dont il représenterait la pointe ; néanmoins, l'identification de ce second fragment est moins certaine que celle du plus gros.

Enfin un troisième échantillon, plus petit, mais ayant le même galbe, m'a été ultérieurement envoyé par M. Guébhard : la spire est à peu près complète jusqu'au dernier tour ; ses dimensions sont : 24 mill. de longueur sur 11 à 12 mill. de diamètre ; il paraît confirmer la détermination des deux autres individus.

DIATINOSTOMA GUEBHARDI, *nov. sp.*

Pl. XLVI, fig. 4.

Coquille cérithiforme, médiocrement allongée ; spire faiblement étagée, à galbe conique ; tours nombreux, peu convexes, dont la hauteur atteint les trois cinquièmes de la largeur, ornés de côtes pustuleuses, effacées du côté antérieur, épaisses et plus saillantes sur la région inférieure, crénelant les sutures, et traversées par de très fins filets spiraux, dont l'un est un peu plus apparent un peu au-dessous de la suture antérieure. Dernier tour égal au quart de la hauteur totale (sans l'aile ni le canal), à base convexe, ornée de

cordonnets pustuleux, avec des filets beaucoup plus fins dans leurs interstices. Ouverture...

Dimensions. — Fragment, hauteur : 32 mill.; diamètre : 10 mill.

Rapports et différences. — Bien que les quatre échantillons recueillis de cette espèce soient très incomplets, et ne montrent aucun des caractères de l'ouverture avec son péristome ailé et canaliculé, je n'hésite pas à la rapporter au genre *Diatinostoma*, à cause de son aspect semblable au type de ce genre (*Eustoma tuberculosum* Piette [1]), quoique l'ornementation en diffère suffisamment pour justifier la création d'une espèce distincte : ses côtes pustuleuses sont plus petites, plus nombreuses, un peu plus prolongées en avant; ses filets spiraux sont plus fins et plus régulièrement distribués ; enfin le galbe de la coquille paraît plus trapu.

Quoi qu'il en soit, il est fort intéressant de constater, dans les Alpes-Maritimes, la présence d'un second représentant de ce genre curieux, qui n'était connu, jusqu'à présent, que par les échantillons de l'Aisne ou des Ardennes, qui ont servi de type à M. Piette, et par ceux du Pas-de-Calais et de l'Orne que j'ai cités dans mon mémoire de 1885.

PARACERITHIUM MARINALPINUM, *nov. sp.*

Pl. XLVII, fig. 15-16.

Taille très petite; forme étroite, turriculée ; spire allongée, à galbe conique; environ dix tours convexes, séparés par des sutures crénelées, ornés de 9 ou 10 côtes axiales, droites, se succédant souvent en pyramide, moins épaisses que la largeur de leurs intervalles, croisées par quatre cordons spiraux et équidistants, sans filets intercalaires. Premier tour un peu inférieur au tiers de la longueur totale, arrondi et muni, ainsi que la base, de huit à dix cordons égaux, jusque sur le cou, qui est court et excavé. Ouverture arrondie, avec un bec antérieur très court; labre vertical, épaissi par la dernière côte.

Dimensions. — Longueur : 4 mill. 1/2 ; diamètre : 1 mill. 1/2.

Rapports et différences. — Cette minuscule coquille est très voisine de *P. loxocolpum* Cossm., de l'Infralias de la Vendée (*B.S.G.F.*, (4), II, 1902, p. 177, pl. III, fig. 24); toutefois, ses cordons sont plus également répartis, et ses côtes plus droites forment une pyramide non tordue sur l'axe ; en outre, la base est

1. La dénomination *Eustoma* Piette étant préemployée (*Eustomum* Leidy, 1851), je me vois obligé de proposer un nom nouveau : **Diatinostoma** (διατείνω, je m'étends ; στόμα, bouche).

funiculée au lieu d'être lisse, convexe au lieu d'être excavée. Les caractères de l'ouverture paraissent bien être ceux du genre *Paracerithium*, que j'ai proposé (*loc. cit.*, p. 173) pour *P. acanthocolpum*, quoique les côtes soient un peu moins épineuses, et qu'il y en ait, sur chaque tour, une de plus que chez la plupart des espèces infraliasiques.

Si l'on compare cette espèce aux espèces bathoniennes du même groupe, on trouve d'abord qu'elle est d'une taille beaucoup plus petite ; en outre, elle se distingue de *Cer. portuliferum* Piette, par sa forme moins conique et par ses cordons moins nombreux : de *Cer. multiforme* Piette, par son galbe beaucoup moins trapu, par ses côtes moins nombreuses ; d'ailleurs, il ne paraît pas démontré que cette dernière espèce des Ardennes appartienne au genre *Paracerithium*, tandis que *C. portuliferum* en fait probablement partie. Les *Exelissa* qui ont parfois une ornementation semblable, ont un galbe pupoïdal et une ouverture tout à fait différents.

Exelissa præalpina, *nov. sp.*

Pl. XLVI, fig. 3.

Taille petite ; forme étroite, un peu pupoïde ; spire un peu longue, à galbe conoïdal ; huit à dix tours un peu convexes, dont la hauteur égale les trois quarts de la largeur, séparés par des sutures profondes, ornés de côtes axiales obliques, crénelées par trois cordons spiraux et régulièrement espacées. Dernier tour à peu près égal au tiers de la hauteur totale, à base ovale, sur laquelle se prolonge l'ornementation de la spire, jusqu'au péristome détaché de l'ouverture.

Dimensions. — Longueur : 7 mill. 1/2 ; diamètre : 2 mill.

Rapports et différences. — Cette espèce est plus étroite qu'*E. spicula* Lyc., ses côtes axiales sont plus saillantes, plus nombreuses, avec des aspérités plus fortes à l'intersection des cordons spiraux. Elle est moins conique qu'*E. pulchra* Lyc., et ses côtes sont plus régulièrement espacées jusque sur le dernier tour. Quant à *E. subformosa* Cossm., c'est une coquille subcylindrique dont l'ornementation est plus visible vers la suture inférieure que sur le reste de chaque tour, de sorte que, malgré sa forme étroite, on ne peut la confondre avec notre nouvelle espèce, dont les crénelures sont régulières et égales sur toute l'étendue de chaque tour. A ce point de vue, elle se rapprocherait davantage d'*E. tortilis* Héb. et Desl.; mais la forme conique de cette dernière, qui appartient d'ailleurs à un niveau plus élevé, la distingue suffisamment d'*E. præalpina*.

C'est une coquille très abondante dans le gisement de Courmes ; mais elle y est rarement intacte ; les aspérités du test, oblitérées dans un calcaire marneux, n'ont pas souvent la netteté de ceux que nous avons indiqués ci-dessus, d'après un échantillon exceptionnel. On les reconnaît plutôt à leur forme pupoïde et à leurs petites granulations cérithioïdes.

AMBERLEYA CUSPIDATA, *nov. sp.*

Pl. XLVI, fig. 1-2, et Pl. XLVII, fig. 4.

Taille au-dessous de la moyenne ; forme élancée, turriculée ; spire assez longue, pointue au sommet, à galbe un peu extraconique ; dix à douze tours, dont la hauteur atteint les trois cinquièmes de la largeur, excavés au milieu, séparés par des sutures linéaires, comprises entre deux bourrelets noduleux et inégaux ; celui qui est à la partie antérieure est muni de nodules plus gros et plus serrés que celui qui surmonte la suture ; le reste de la surface paraît complètement lisse. Dernier tour supérieur au tiers de la hauteur totale, à base un peu convexe, ornée de gros cordons noduleux et de petites perles plus fines. Ouverture ovale, subonduleuse en avant, avec un bec non canaliculé, correspondant au dernier cordon basal qui est arrondi ; entre ce cordon et le cordon périphérique, on distingue deux autres rangées concentriques de pustules très obsolètes.

Dimensions. — Longueur : 27 mill.; diamètre : 12 mill. Autre individu recueilli par M. Guébhard : longueur probable : 42 mill.; diamètre : 27 mill.

Rapports et différences. — Cette coquille se distingue aisément d'*A. nodosa*, qui est le type du genre *Amberleya*, par sa forme cuspidée, par ses tours plus évidés, plus élevés, et par ses nodules beaucoup moins gros, plus nombreux et plus serrés. Elle n'a pas le caractère de l'ornementation subépineuse des *Eucyclus*, mais je n'ai pu vérifier si l'ouverture se rapproche de celle d'*Amberleya* ; en tous cas, la base ne serait pas perforée.

Ainsi que je l'ai indiqué précédemment, à propos du Bathonien de Saint-Gaultier, la distinction à faire entre ces deux genres, conformément aux prévisions d'Eug. Deslongchamps, attend encore une confirmation définitive, que l'on ne pourra obtenir que quand on disposera d'ouvertures parfaitement intactes. Jusqu'à présent c'est plutôt par l'aspect de l'ornementation qu'on peut se décider pour rapporter les fossiles à l'un ou à l'autre de ces deux genres, et à ce point de vue, comme je l'ai signalé ci-dessus, *A. cuspidata* paraît bien appartenir au genre *Amberleya*.

AMBERLEYA SUBPYRAMIDALIS [d'Orb.]

Pl. XLVII, fig. 7-9.

1843. *Turbo pyramidalis* d'Arch. Description géologique du département de l'Aisne. *M. S. G. Fr.*, t. V, p. 380, pl. XXIX, fig. 7 (*non* Gmelin).
1849. — *subpyramidalis* d'Orb. Prodr., I, p. 300, n° 31.
1852. — — d'Orb. Pal. fr., t. j. II., p. 350, pl. CCCXXXIV, fig. 15-18.
1885. *Amberleya pyramidalis*, Cossm. Contr. ét. bath. p. 247, pl. VII, f. 49. *M. S. G. Fr.*, (3), III.

Taille petite, forme turbinée, pyramidale; spire assez courte, à galbe conique ; tours étroits, anguleux, avec une rampe déclive au dessus de la suture, portant huit à dix nodosités sur l'angle et sur la région antérieure, ornés de cinq ou six filets spiraux, également répartis sur chaque tour. Dernier tour supérieur aux trois cinquièmes de la hauteur totale, bianguleux à la périphérie, à base déclive et déprimée, ornée de quatre ou cinq cordons concentriques, non ombiliquée. Ouverture arrondie, légèrement anguleuse en avant, au point de jonction des deux bords ; labre un peu oblique sur l'axe, épaissi et lisse à l'intérieur : columelle excavée ; bord columellaire étroit, calleux, bien appliqué sur la base.

Dimensions. — Hauteur : 7 mill. ; diamètre : 5 mill. 1/2.

Rapports et différences. — Les échantillons des Alpes-Maritimes sont à peu près identiques à ceux du Bathonien moyen de la carrière d'Eparcy, sauf que leurs nodosités sont un peu plus aiguës ; cette seule différence ne justifierait pas la séparation d'une variété distincte. D'autre part, *A. Piettei* a des nodosités plus nombreuses, plus arrondies, les tours moins anguleux, la base encore plus déprimée, avec des cordons concentriques plus nombreux et plus serrés.

Ainsi que je l'ai fait remarquer en 1885, cette espèce doit être classée dans le genre *Amberleya*, à cause des caractères de son ouverture qui n'a pas l'inclinaison oblique, ni l'oreillette latérale des *Turbo* ; seulement, comme le double emploi de nomenclature a été corrigé par d'Orbigny avant le changement de genre que j'ai proposé 36 ans après, il n'y a pas lieu de rétablir le nom *pyramidalis*, comme je l'avais cru à tort.

Ampullospira Zetes [d'Orb.]

Pl. XLVII, fig. 12-14.

1852. *Natica Zetes* d'Orb. Pal. fr. t. j., II, p. 197, pl. CCLXXXI, fig. 7-9.
1855. *Natica mucronata* Piette. *Loc. cit. B. S. G. F.* (2), XII, p. 1110.
1871. *Natica Zetes* Terq. et Jourdy. Bath. de la Mos., p. 54. *M. S. G. Fr.*, (2), IX.
1885. *Ampullina Zetes* Cossm. Contr. ét. bath., p. 134, pl. II, fig. 18-19. *M. S. G. Fr.*, (3), III.

Observations. — Par sa petite taille, par sa spire pointue, non canaliculée, cette coquille a un aspect bien caractérisé qui permet de reconnaître les échantillons des Alpes-Maritimes, bien qu'aucun d'eux ne soit intact ; sur les rares individus dont on peut examiner la face antérieure, on constate que le bord columellaire est peu calleux et recouvre complètement la région ombilicale, sans aucune trace de limbe. Par conséquent, c'est bien au genre mésozoïque *Ampullospira* qu'il y a lieu de rapporter cette espèce ; ainsi qu'on le sait, *Ampullospira* a été proposé, en 1897, par M. Geo. Harris, pour remplacer le terme *Euspira* Ag., synonyme d'*Ampullina*, et appliqué à tort, par Morris et Lycett, aux coquilles du groupe de *Natica canaliculata*.

Nerita minuta Sow.

Pl. XLVII, fig. 19-21.

1824 *Nerita minuta* Sow. Min. Conch., V, p. 93, pl. CDLXIII, fig. 3-4.
1843. — *Cooksoni* Desl. *Mém. Soc. linn.*, VII, p., 133, pl. X, fig. 8-9.
1847 — *minuta* d'Orb. Prod., I, p. 299. n° 56.
1850. — — d'Orb. Pal. fr. T. j., II, p. 231. pl. CCII, fig. 1-4.
1850. — — Morr. et Lyc. Moll. gr. Ool., I, p. 58, pl. XI, fig. 19.
1885. — — Cossm. Contrib. ét. bath., p. 154, pl. XIII, fig. 30-31. *M. S. G. Fr.*, (3), III.
1892. *Neridomus minutus* Hudl. et Wils. Cat. brit. jur. Gastr., p. 84.

Observations. — Quoique les échantillons de Courmes soient, en général, très frustes, on peut les reconnaître à leur spire un peu saillante, à sutures subcanaliculées ; l'un d'eux a même conservé quelques traces d'accroissements obliques, semblables à ceux qui distinguent les échantillons que j'ai figurés en 1885, et qui appartiennent à la variété *costulata* Desh.

Toutefois, sur aucun de ces individus, il ne m'a été possible de dégager complètement le bord columellaire, afin de vérifier s'il a la forme arrondie qui caractérise le sous-genre *Neritodomus* auquel M. Hudleston a rapporté l'espèce anglaise.

Quoi qu'il en soit, il est intéressant de constater que cette espèce du Bathonien supérieur, bien distincte de *N. gea* du Bathonien

inférieur, se retrouve dans les Alpes Maritimes, après que l'on a déjà signalé sa présence dans les environs de Toulon où s'étend aussi un lambeau de Bathonien supérieur.

PHASIANELLA *cf.* VARIATA Lycett

Pl. XLVII, fig. 10.

1863. *Phasianella variata* Lycett. Suppl. Mon. Gr. Ool., p. 104, pl. XLV, fig. 28.
1885. — Cossm. Contrib. ét. bath., p. 255, pl. IV, fig. 52, et pl. XI, fig. 17. *M. S. G. Fr.*, (3), III.
1892. *Bourguetia variata* Hudl. et Wils. Cat. brit. jur. Gastr., p. 45.

Forme étroite et élancée ; spire pointue ; six à huit tours convexes, lisses, séparés par des sutures linéaires, mais profondes : dernier tour égal à la moitié de la hauteur totale, ovale à la base qui montre une petite fente ombilicale sous le bord columellaire ; ouverture anguleuse en arrière.

Dimensions. — Longueur : 19 mill.; diamètre : 7 mill.

Rapports et différences. — Je ne puis rapprocher cette coquille que de l'espèce anglaise qui est caractérisée par sa forme élancée et par sa spire assez aiguë ; c'est d'ailleurs une espèce variable, car les deux individus de France, que j'ai figurés en 1885, ne se ressemblent guère. L'échantillon de Courmes se rapproche beaucoup plus de celui des Ardennes (Pl. XI, fig. 17) que de celui du Boulonnais. Quoi qu'il en soit, il n'est pas dans un état de conservation assez satisfaisant — et l'ouverture est trop incomplète — pour qu'il soit prudent de le séparer de la coquille du Forest-Marble de Laycock, bien que cette dernière paraisse plus ventrue (surtout les figures 28 et 28*b*).

Dans leur « Catalogue des Gastropodes jurassiques de la Grande Bretagne », MM. Hudleston et Wilson ont classé cette coquille dans le genre *Bourguetia*, 2e section. Comme on le sait, *Bourguetia striata* est une coquille à test très mince et sillonné, dont il est impossible de rapprocher les formes à test épais et à bord columellaire calleux, à surface lisse, que l'on a dénommées *Phasianella* et qui, si elles n'appartiennent pas à ce dernier genre, sont encore bien moins des *Bourguetia*. Par conséquent, jusqu'à ce qu'on soit mieux fixé sur les caractères de ces coquilles jurassiques, dont quelques-unes ont déjà été séparées (*Mesospira*, *Cœlostylina*), il me semble prudent de les laisser provisoirement dans le genre *Phasianella*.

ASTARTE COURMENSIS, *nov. sp.*

Pl. XLVI, fig. 18-19 et 22-23.

Taille petite : forme comprimée, subtrigone, très inéquilatérale, les crochets étant situés au quart de la longueur, du côté antérieur ; ils sont petits, peu saillants, très prosogyres, quoique en contact intime. Lunule grande, cordiforme, allongée, limitée par une dépression subcarénée, à contour antérieur subtronqué ; corselet étroit, caréné, occupant toute la longueur du bord postéro-supérieur qui est peu bombé ; bord palléal ovale. Surface extérieure ornée de grosses rides concentriques, régulières, saillantes, rapprochées, atténuées sur la lunule et sur le corselet ; dans leurs interstices, il y a des stries d'accroissement plus ou moins visibles, très serrées.

Dimensions. — Longueur; 10 mill. ; hauteur : 7 mill. ; épaisseur des deux valves : 4 mill.

Rapports et différences. — Bien que je ne connaisse ni la charnière [1] ni l'intérieur des valves de cette coquille, je la place dans le genre *Astarte*, à cause de son aspect extérieur, de son galbe et de son ornementation. Elle est beaucoup plus triangulaire qu'*A. interlineata* Lyc., qu'on trouve aussi dans le Bathonien de l'Indre, et qui a une ornementation similaire. On peut encore la comparer à *A. scalaria* Rœmer, du Jura supérieur du Hanovre et du Boulonnais, quoique ce dernier ait une forme moins allongée, plus élevée et plus quadrangulaire. Quant à *A. Sibylla* d'Orb., brièvement décrite dans le Prodrome, c'est une espèce de Luc-sur-Mer beaucoup plus gonflée, qui a des rides imbriquées plutôt que des côtes saillantes, et dont la forme n'est d'ailleurs pas aussi triangulaire que celle de notre coquille. Dans ces conditions, celle-ci paraît être bien effectivement nouvelle.

GUEBHARDIA VENERIFORMIS, *nov. gen.*, *nov. sp.*

Pl. XLVI, fig. 20-21, et Pl. XLVII, fig. 22.

Test assez épais. Taille petite ; forme oblongue, transverse, à peu près symétrique, médiocrement renflée. Crochets opposés, peu gonflés, très légèrement prosogyres, en contact intime; ligament externe, formant un petit bourrelet allongé sur un corselet lancéolé et caréné ; lunule antérieure un peu plus courte que le

1. Un échantillon ultérieurement envoyé par M. Guébhard, montre une forte dent cardinale trigone et une rainure le long du bord antéro-supérieur.

côté opposé du bord cardinal, bordée par un gonflement obsolète et rayonnant du test ; bord latéral antérieur un peu tronqué à partir du gonflement ; bord palléal régulièrement ovale ; contour anal arrondi. Surface dorsale obtusément ornée de lignes irrégulières d'accroissement ; région anale limitée par un angle rayonnant, et ornée par de fines costules radiales, très serrées, et croisées par des accroissements sublamelleux, qui produisent des granula-

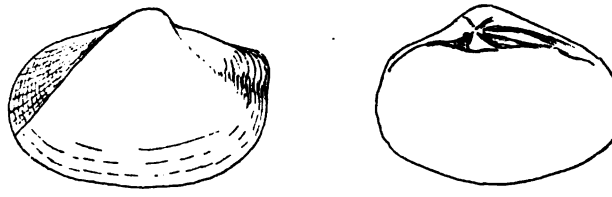


Fig. 1. — *Guebhardia veneriformis* Cossm. Gr. 2 fois.

tions obsolètes, à leur intersection avec ces rayons. Charnière puissante, comprenant une dent cardinale saillante et triangulaire, sur la valve gauche, avec une fossette antérieure pour recevoir la dent de la valve droite ; une dent latérale postérieure obtuse, épaisse et peu allongée.

Dimensions. — Longueur transversale : 20 mill. ; hauteur : 16 mill. ; épaisseur des deux valves : 11 mill.

Rapports et différences. — Je propose le nouveau genre *Guebhardia* qui a pour type cette espèce nouvelle, parce qu'il ne m'est pas possible de classer dans le genre *Cardium* ni même dans le genre *Protocardia*, cette coquille d'une forme oblongue dans le sens transversal, remarquable surtout par son gonflement lunulaire et semblable à ce qu'on observe chez la plupart des *Thracia*. Toutefois, sa charnière et son aréa postérieure, limitée par un angle net, ornée en outre de rayons subgranuleux, lui donnent un air de parenté avec les *Cardiidæ*, quoique la lame cardinale ne soit pas exactement dentée de la même manière. Je n'ai pu observer les impressions musculaires, ni l'impression palléale, parce que tous les individus que j'ai étudiés sont pourvus d'une couche de terre dure, plus ou moins épaisse.

Les *Unicardium* appartiennent, d'après Fischer, à une famille bien différente, classée par lui beaucoup plus loin, près des *Ungulinidæ* ; d'ailleurs, ils n'ont pas de dent latérale postérieure comme en porte notre coquille, et leur forme est plus arrondie, plus gonflée ; leur surface est dépourvue de côtes rayonnantes, même à l'arrière. Je ne cite que pour mémoire le genre *Tancredia* dont

les individus, même les plus ovales, conservent une forme subtrigone et asymétrique. Enfin les *Veneridæ*, qui sont ovales comme notre coquille, ont une charnière bien différente.

Peut-être y aura-t-il lieu de rapporter au même genre *Guebhardia* une espèce bathonienne assez ambiguë, que d'Archiac a figurée sous le nom de *Cardium incertum;* cependant, cet auteur n'indique pas l'existence de rayons du côté postérieur. Dans les étages jurassiques supérieurs, *Cardium dissimile* Sow., et *C. Dufrenoyicum* Buv., ont aussi quelques rapports avec notre genre *Guebhardia*, non seulement par leur forme ovale et par leur région ovale rayonnée, mais aussi par leur forte charnière. Ce sont des formes qui ont toujours embarrassé les auteurs, de sorte que l'utilité de la séparation de notre nouveau genre se trouve ainsi justifiée. Mais il reste à définir la famille dans laquelle on doit le classer; il est plus que probable que, par ces caractères hybrides, il appartient à une famille à part, voisine de celle des *Veneridæ*.

CORBULA INVOLUTA Münst.

Pl. XLVI, fig. 15-17, et Pl. XLVII, fig. II.

1839. *Corbula involuta* Münst. *in* Goldf. Petref. II, p. 150, pl. CLI. fig. 14.
1847. *Cyprina involuta* d'Orb. Prod. 10e ét., p. 278, n° 309.
1863. *Corbula involuta* Lyc. Suppl. gr. Ool., p. 63, pl. XXXVII, fig. 4 (*non* Morr. et Lyc. 1850).

Test épais. Taille petite; forme transverse, inéquilatérale, gonflée, carénée et rostrée du côté anal, arrondie et plus courte du côté buccal; crochets médiocrement saillants, opposés, prosogyres; une carène oblique part du crochet de chaque valve et aboutit à l'extrémité inférieure du bec tronqué que forme la région anale. Surface dorsale ornée de rides concentriques qui sont un peu plus effacées vers les crochets, et très atténuées au-delà de la carène sur la région excavée du corselet. Charnière composée, pour la valve inférieure, d'une dent cardinale assez saillante, située sous le crochet.

Dimensions. — Longueur : 4 mill. 1/2 ; hauteur : 3 mill. 1/2 ; épaisseur des deux valves : 3 mill.

Rapports et différences. — Les individus que je viens de décrire ci-dessus ressemblent complètement à la figure que Lycett a donnée pour un échantillon bathonien de Kirklington, de l'espèce allemande, attribuée par d'Orbigny à l'étage bajocien; tandis que la coquille de Minchinhampton qui avait été d'abord rapportée à *C. involuta* par Morris et Lycett, est plus ovale, moins gonflée, plus équilatérale, de sorte que Lycett l'a séparée et nommée

C. Buckmani. Dans son Prodrome, d'Orbigny n'a pas cité moins de quatre espèces bathoniennes du genre *Corbula* en France : l'une (*C. Agatha*) est lisse et arrondie ; deux autres, provenant du gisement de Luc, sont subtrigones (*C. Aglaia* et *C. amata*) ; la description de la quatrième (*C. Alimena*) ressemblerait davantage à notre fossile, mais l'échantillon que je possède des environs de Marquise sous ce nom, représente une forme plus courte, plus petite, beaucoup moins transverse, moins carénée en arrière. La détermination de ces petites coquilles, fréquemment déformées par la fossilisation, ne laisse pas que de présenter de réelles difficultés ; c'est pourquoi j'ai trouvé préférable de ne pas créer de nom nouveau pour celle-ci.

Observations générales sur la faune de Courmes.

Indépendamment des espèces décrites ci-dessus, la faunule recueillie par M. Guébhard, et patiemment triée par lui dans le calcaire marneux où elle est déposée, contient encore un certain nombre de formes que je me borne à citer parce qu'elles ne sont pas dans un état de conservation qui permette de les déterminer :

Plusieurs *Cerithidæ* différents de ceux que j'ai déjà nommés dans le cours de cette note ;

Un petit *Trochidæ* qui pourrait peut-être se rapprocher de *Turbo Fischeri* Rig. et Sauv., et un autre voisin de *Turbo delphinuloides* d'Arch. ;

Deux fragments de *Nummocalcar polygonium* d'Arch. (*Solarium*) ;

Plusieurs petits échantillons très frustes, qui ont à peu près le galbe de *Cerithiella Petri* d'Arch. (*Cerithium*), et qui, en tous cas, ne peuvent être considérés comme de jeunes individus des espèces précédentes, deux autres échantillons d'un *Cerithiella* lisse comme *C. actæoniformis*, mais moins ventru et ayant plutôt le galbe de *C. pustulosa* Cossm. ;

Le sommet de la spire d'un *Ataphrus*, insuffisant pour désigner à quelle espèce il pourrait appartenir ;

Un assez grand bivalve (3 cent.) qui rappelle *Thracia viceliacensis* d'Orb. ;

Un fragment d'une valve sillonnée, appartenant peut-être au genre *Ceratomya* ;

Un bivalve symétrique et caréné en arrière, comme certains *Cypricardia* ;

Des fragments d'*Ostrea*, aucun n'étant pourvu de sa charnière ;

Plusieurs individus d'un *Anomia* mince et décortiqué, la valve inférieure seulement, et qui pourrait ressembler à *A. elliptica* d'Orb.

A part ces deux dernières formes, qui paraissent rares, et à part *Guebhardia veneriformis* et *Corbula involuta* qui sont au contraire extrêmement communs dans ce gisement, il est particulièrement remarquable qu'on n'y ait encore recueilli aucun fragment de *Pectinidæ*, d'*Aviculidæ* ou d'*Arcidæ*, qui sont si fréquents dans le Bathonien supérieur de Luc ou d'Eparcy.

De même, en ce qui concerne les Gastropodes, qui, quoique beaucoup plus nombreux que les Pélécypodes, ne paraissent pas contenir de *Cylindrites*, ni de coquilles ailées, ni de *Pseudomelaniidæ* [1], caractéristiques des couches bathoniennes.

Malgré ces lacunes, il ne me semble pas douteux que cette petite faune ait beaucoup d'affinités avec celle du gisement d'Eparcy, dans l'Aisne, non seulement par son faciès général, mais encore par les espèces déjà connues qu'on y trouve : je citerai d'abord la seule grosse pièce du gisement : *Nerinea esparcyensis* qui paraît la même dans les deux localités ; puis, *N. scalaris* et *N. elegantula*, toutes deux communes à Luc, et la seconde signalée également par moi dans le Bathonien supérieur de Puget-Ville (Var) ; *N. carinata* n'avait encore été rencontré que dans les calcaires marneux (Corn-Brash) de Rumigny et de Poix, dans les Ardennes ; *Nerita minuta* est une espèce commune de Minchinhampton et de Luc ; *Ampullospira Zetes* est presque exclusivement caractéristique du Bathonien supérieur ; *Phasianella variata* a été décrit du Forest-Marble d'Angleterre, et se trouve dans le Corn-Brash du Boulonnais et de Poix (Ardennes). Je ne cite que pour mémoire *Diatinostoma Guebhardi*, bien que ce genre n'ait encore été signalé que dans le Bathonien. Pour *Corbula involuta* et *Guebhardia veneriformis*, les deux seuls Pélécypodes abondants, le témoignage est précisément moins probant, principalement en ce qui concerne la seconde espèce qui est nouvelle. Néanmoins, en résumé, je crois pouvoir affirmer que la faune du gisement de Courmes est bien du Bathonien supérieur, ou Corn-Brash.

1. M. Guébhard m'a depuis envoyé un échantillon que je n'ai pas déterminé, à cause de son état de conservation, mais qui me paraît appartenir à cette famille.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche XLVI

Fig. 1-2 — *Amberleya cuspidata* Cossm., grandeur naturelle.
Fig. 3. — *Exelissa præalpina* Cossm., grossi quatre fois.
Fig. 4. — *Diatinostoma Guebhardi* Cossm., grandeur naturelle.
Fig. 5. — *Nerinea cf. carinata* Piette, —
Fig. 6-9. — *Nerinella scalaris* [d'Orb.], grandeur naturelle et grossi 2 fois.
Fig. 10-14. — *Nerinella elegantula* [d'Orb.] — —
Fig. 15-17. — *Corbula involuta* Münst., grossi quatre fois.
Fig. 18-19 et 22-23. — *Astarte Courmensis* Cossm., grossi deux fois.
Fig. 20-21. — *Guebhardia veneriformis* Cossm., grandeur naturelle.

Planche XLVII

Fig. 1-3. — *Sulcoactæon elatior* Cossm., grossi six fois.
Fig. 4. *Amberleya cuspidata* Cossm., grossi deux fois.
Fig. 5-6. — *Nerinea esparcyensis* Piette, grandeur naturelle.
Fig. 7-9. — *Amberleya subpyramidalis* [d'Orb.], grossi trois fois.
Fig. 10. — *Phasianella cf. variata* Lycett, grandeur naturelle.
Fig. 11. — *Corbula involuta* Münst., grossi quatre fois.
Fig. 12-14. — *Ampullospira Zetes* [d'Orb.], grossi deux fois.
Fig. 15-16. — *Paracerithium marinalpinum* Cossm., grossi quatre fois.
Fig. 17-18. — *Cerithiella corrugata* Cossm., grandeur naturelle.
Fig. 19-21. — *Nerita minuta* Sow., grossi deux fois.
Fig. 22. — *Guebhardia veneriformis* Cossm., grandeur naturelle.

SUR LES POLYPIERS JURASSIQUES

DES ENVIRONS DE ST-VALLIER-DE-THIEY

par M. F. KOBY

(Planches LI-LVI)

Je dois à l'obligeance de M. le Dr Guébhard la communication de nombreux Polypiers provenant de différents niveaux géologiques du Jurassique des environs de St-Vallier. Ces Polypiers sont, sauf quelques exceptions, assez mal conservés et leur détermination exacte présente des difficultés sérieuses, attendu que la nature minérale de la roche ne se prête pas à la pratique de coupes transversales, si utiles pour la classification générique de ces fossiles. Aussi la liste que je donne ci-après ne représente-t-elle qu'une partie de la faune madréporique des environs de St-Vallier, n'ayant pas tenu compte des échantillons dont la détermination ne pouvait être que douteuse. Dans cette liste je laisse de côté la synonymie, ne voulant pas allonger inutilement ces quelques notes.

A. **Polypiers des niveaux supérieurs** (Tithonique, Portlandien, Virgulien).

Epismilia alsatica, From. et Ferry; Cap Ferrat.
Pleurosmilia Marcoui; St-Vallier.
Phytogyra magnifica, d'Orb.; St-Vallier.
Dendrogyra vastellina, Mich.; St-Vallier (Galet du poudingue).
Stylosmilia Michelini, Edw. et H.; Cap Ferrat, Ferrier, St-Vallier.
Stylosmilia Koniakensis, Ogilvie; St-Vallier.
Stylosmilia flexuosa, Koby, n. sp.; St-Vallier (Pl. LIII, fig. 2-3).
Heliocœnia Meriani, Koby; St-Vallier.
Diplocœnia Guebhardi, Koby n. sp.; St-Vallier-Ferrier (Pl. LI, fig. 8).
Stylina parcicosta, Koby, n. sp.; Bliauge (Pl. LI, fig. 6).
Stylina arborea, d'Achiardi; Brouis.
Stylina tubulifera, Philipps; St-Vallier.
Cryptocœnia Thiessingi, Koby; St-Vallier-Ferrier (Pl. LI, fig. 7).
Convexastrea sexradiata, Goldf.; Brouis.
Montlivaultia compressoides, Koby; Ferrier.
Thecosmilia Guebhardi, Koby; St-Vallier-Valens (Pl. LI, fig. 1-4).
Thecosmilia magna, Thurm.; St-Vallier.
Thecosmilia Kiliani, Koby, n. sp.; St-Vallier-Ferrier (Pl. LII, fig. 1).

Thecosmilia furcata, Koby ; St-Vallier.
Thecosmilia trichotoma, Münster ; Cap Ferrat.
Thecosmilia Buvignieri, d'Orb. ; Cap Ferrat.
Calamophyllia flabellum. Blainv. ; St-Vallier-Ferrier.
Calamophyllia Ducreti, Koby ; St-Vallier.
Latimæandra corrugata, Edwards et Haime ; St-Vallier.
Latimæandra Sömmeringi, Goldf. ; St-Vallier.
Latimæandra minima, Koby ; St-Vallier.
Confusastrea rustica, Defrance ; St-Vallier.
Isastrea Gourdani, From. ; St-Vallier.
Dermoseris Guebhardi, Koby, n. sp. ; St-Vallier (Pl. LVI, fig. 1-2).
Thamnastrea arachnoides, Parkinson ; St-Vallier.
Thamnastrea arborescens, Etallon ; St-Vallier.
Schizosmilia Rollieri, Koby ; St-Vallier.

B. **Polypiers des niveaux moyens** (Oxfordien, Callovien).
Leptophyllia cornucopiæ, d'Orb. ; St-Vallier.
Plesiophyllia calloviensis Koby, n. sp. ; St-Vallier (Pl. LI, fig. 5).

C. **Polypiers des niveaux inférieurs** (Bathonien inférieur et Bajocien).
Discocœnia conoidea, Koby, n. sp. ; St-Vallier (Pl. LVI, fig. 3-6).
Ceratocœnia tenuis. Koby, n. sp. ; St-Vallier-Camplong (Pl. LV, fig. 4).
Stylosmilia Fromenteli, Koby, n. sp. ; Grasse-Roquevignon (Pl. LIII, fig. 1).
Convexastrea Kiliani, Koby, n. sp. ; Grasse-Roquevignon (Pl. LIV, fig. 1).
Stylina conifera, Ett. ; Grasse-Roquevignon.
Calamophyllia Tomesi, Koby, n. sp. ; Grasse-Roquevignon (P. LV, fig. 1-3).
Calamophyllia Guebhardi, Koby, n. sp. ; Roquefort-Clamarquier (Pl. LII, fig. 2-3).
Isastrea Marcoui, Koby ; Cabris-l'Agast.
Isastrea Salinensis Koby ; Roquefort-Clamarquier.
Isastrea Bernardi d'Orb. ; St-Vallier.
Isastrea limitata E. H. ; Grasse-Roquevignon.
Astrocœnia Guebhardi, Koby, n. sp. ; Roquefort-Clamarquier (Pl. LIV, fig. 5).
Stephanocœnia oolitica, Koby, n. sp. ; Grasse-Roquevignon (Pl. LIV, fig. 3-4).
Thamnastrea M'Coyi E. H. ; Roquefort-Clamarquier.
Thamnastrea Terquemi, E. H. ; St-Vallier.
Thamnastrea Lyelli, E. H. ; Grasse-Roquevignon.
Thamnastrea mammosa, E. H. ; Grasse-Roquevignon.
Microsolena contorta, Koby ; Grasse-Roquevignon (Pl. LIV, fig. 2).
Cladophyllia Babeana E. H. ; Grasse-Roquevignon et St-Vallier.

DESCRIPTION DES ESPÈCES NOUVELLES

Ceratocœnia tenuis, Koby, 1905

Pl. LV, fig. 4.

Le polypier est simple, cylindro-conique, allongé, faiblement arqué vers le bas. La muraille est constituée par un fort cylindre dont la face externe montre des plis épithécaux transversaux ainsi que des stries longitudinales obscures qui correspondent aux cloisons des deux premiers cycles. Le calice est circulaire, très profond. Il y a six cloisons primaires qui s'arrêtent brusquement au tiers interne du rayon calicinal par un léger épaississement ; six cloisons secondaires plus minces s'arrêtent déjà au tiers externe du rayon ; douze cloisons tertiaires forment de simples stries à la face interne de la muraille, elles se présentent dans les sections comme de petites dents triangulaires. L'intérieur du Polypier, à part la présence de ces cloisons, paraît être complètement vide, on n'y voit ni traverses, ni planchers.

Longueur probable du polypier : 50 mm.
Diamètre du calice : 9 mm.

Ce Polypier provient du Bathonien inférieur de St-Vallier-Camplong.

Le genre *Ceratocœnia*, créé par M. Tomes, n'a encore que deux représentants, l'espèce type et celle que je viens de décrire ; on ne saurait les confondre, cette dernière ayant un système cloisonnaire plus développé et plus régulier, ainsi qu'un polypier plus étroit et relativement plus long.

La figure 4, planche LV montre deux sections transversales et une oblique de Polypiers englobés dans une roche compacte.

Discocœnia conoidea, Koby, 1905

Pl. LVI, fig. 3, 4, 5, 6.

Le polypier est simple, en forme de cône retourné, fixé par son sommet qui est aigu, droit ou faiblement recourbé. Le calice est circulaire et très profond, les bords sont tranchants. On compte soixante à quatre-vingt-quatre cloisons, suivant la taille des individus. Elles sont élevées, tranchantes et minces. Une douzaine arrivent au fond du calice, les autres descendent plus ou moins sur les parois calicinales suivant leur âge. Elles ne sont reliées entre elles par aucunes traverses, ni synapticules. Le centre calicinal est

étroit et libre. La muraille est constituée par une épithèque très épaisse qui forme même le bord calicinal. Cette épithèque est finement plissée transversalement et montre en outre des stries verticales plus ou moins saillantes qui correspondent aux cloisons principales.

Diamètre calicinal : 20 à 25 mm.
Hauteur du polypier : 20 à 25 mm.
Profondeur du calice : 15 à 18.

Quatre exemplaires proviennent du Bathonien inférieur de Cabris-l'Agast et un douteux de St-Cézaire-Brusquet également du Bathonien.

Ce singulier Polypier, que je ne puis que classer dans le genre *Discocœnia*, malgré sa forme conique, ressemble extérieurement à une Montlivaultie et particulièrement à de jeunes exemplaires du *Montlivaultia caryophyllata*, Lam. Il s'en distingue de suite par son calice très profond et l'absence de traverses. L'épithèque n'est pas de même nature dans le genre *Discocœnia* que dans le genre *Montlivaultia* ; elle fait corps avec les cloisons et constitue pour ainsi dire à elle seule la muraille. Les exemplaires que j'ai pu observer sont malheureusement très encroûtés et je n'ai pu étudier les caractères internes que par des coupes.

Les figures 3, 4 et 5 de la planche LVI montrent des Polypiers vus de côté et de grandeur naturelle. La figure 6, même planche, montre une section transversale d'un Polypier qui provient de St-Cézaire-Brusquet ; je ne l'attribue qu'avec beaucoup de doutes à cette espèce ; ce pourrait bien être un *Montlivaultia ?*

Stylosmilia flexuosa, Koby, 1905.

Pl. LIII, fig. 2 et 3

La colonie est fasciculée, formée d'une grande quantité de branches tortueuses, enchevêtrées, qui arrivent à la même hauteur en formant une surface supérieure subplane. Les polypiérites sont cylindriques ou légèrement comprimés, ils se ramifient souvent et sous les angles les plus divers. Les calices sont circulaires, profonds. Il y a douze cloisons à peu près égales qui arrivent à la columelle ; on compte en outre douze à dix-huit cloisons très fines qui dépassent à peine le bord calicinal, de sorte qu'il y a en tout vingt-quatre à trente cloisons. La columelle est comprimée, soudée aux principales cloisons dans les parties profondes. L'extérieur des branches est garni de vingt à trente côtes très fines, qui sont souvent recouvertes d'un faible dépôt exothécal granulé.

Hauteur probable du polypier : 80 à 100 mm.
Diamètre du polypier 100 à 200 mm.
Diamètre des branches : 2 mm.
Diamètre des calices : 1 mm. 1/2.

Ce Polypier paraît être fréquent dans les calcaires portlandiens de St-Vallier, j'en ai vu de nombreux exemplaires, mais ils sont rarement bien conservés, l'intérieur des branches étant le plus souvent cristallisé.

Le *Stylosmilia flexuosa*, K. a pour voisin le *St. corallina*, K. mais avec des dimensions plus réduites, des branches plus longues, plus flexueuses, recouvertes de côtes en nombre moindre.

Les deux fragments figurés sont de grandeur naturelle.

Stylosmilia Fromenteli, Koby, 1905.

Pl. LIII, fig. 1.

Ce Polypier est le précurseur du *Stylosmilia Michelini*, E. H., et il en possède la plupart des caractères. Le polypier fasciculé est composé de branches cylindriques, droites, assez écartées et divariquées. La gemmation est abondante et se fait sous un angle aigu.

Les calices sont circulaires, leur diamètre est moindre que celui des branches, car celles-ci s'atténuent à leur extrémité et s'arrondissent. Il y a ordinairement vingt-quatre cloisons. Douze sont plus fortes et égales, elles se soudent au centre à une columelle lamellaire mais qui, par sa soudure aux cloisons principales et par l'effet de l'usure, paraît souvent être styliforme. Les douze autres cloisons sont de moitié plus étroites, leur bord interne est libre. Toutes les cloisons sont débordantes et se continuent en autant de côtes saillantes, égales, droites, finement granulées. A une certaine distance du calice, les côtes se recouvrent souvent d'un dépôt épithécal finement granulé.

Diamètre du polypier : 100 à 200 mm.
Hauteur du polypier : 50 à 80 mm.
Diamètre des branches : 3 à 4 mm.
Diamètre calicinal : 2 mm.

J'ai examiné une dizaine d'échantillons de cette espèce, ils proviennent de Grasse-Roquevignon et du Bathonien inférieur des environs de St-Vallier.

Cette espèce ne se distingue du *Stylomilia Michelini* que par l'égalité absolue des douze cloisons principales qui se soudent toutes à la columelle, tandis que *St. Michelini* à toujours six cloisons plus fortes arrivant au centre. C'est là le seul caractère différentiel que j'aie pu relever.

La figure 1, planche LIII donne, en grandeur naturelle, l'aspect d'un morceau de Polypier.

Stylina parcicosta, Koby, 1905.

Pl. LI, fig. 6.

Le polypier est arborescent, il est composé d'un grand nombre de branches élevées, tortueuses, cylindriques ou comprimées, souvent soudées et anastomosées, se ramifiant fréquemment. Les calices sont superficiels, circulaires, peu profonds, équidistants, séparés par des espaces plans. La columelle est styliforme, peu saillante. On compte six grandes cloisons qui viennent se souder à la columelle ; six autres cloisons sont légèrement plus minces et plus étroites. Il y a douze rayons septo-costaux par calice, qui font suite aux cloisons ; ils sont épais, atténués aux deux extrémités, ils se rencontrent avec ceux des calices voisins sous un angle plus ou moins aigu et se terminent soit brusquement, soit en une pointe très courte.

Diamètre des branches : 15 à 25 mm.
Hauteur probable du polypier : 500 mm.
Distance des centres calicinaux : 2 mm.
Diamètre de la fossette calicinale : 1 mm.

J'ai sous les yeux un gros exemplaire et deux fragments plus petits de ce Polypier. Ces exemplaires sont siliceux et proviennent du Virgulien de la montagne de Bliauge, commune de Mons (Var).

Ce fossile m'a longtemps embarrassé, car, d'après la disposition, des côtes ce serait une Convexastrée, mais, comme il existe une columelle très nette, je suis forcé, malgré l'apparence, d'en faire une Styline. Parmi les Stylines à calices petits et du type hexaméral, l'espèce qui s'en rapproche le plus est le *Stylina arborea*, d'Achiardi ; elle s'en éloigne par le nombre et la disposition des côtes, qui ne sont pas confluentes. Notre espèce n'a en effet que douze côtes au lieu de vingt-quatre.

Le fragment figuré sur la planche LI, figure 6, est vu de côté et de grandeur naturelle.

Diplocœnia Guebhardi, Koby, 1905.

Pl. LI, fig. 8.

Le polypier est constitué par une lame peu épaisse à surface supérieure faiblement irrégulière, subplane, paraissant s'accroître par la superposition de couches minces. Les calices sont assez régulièrement distribués, peu serrés, subégaux, polygonaux. La

fossette calicinale est circulaire ou elliptique, profonde. Il y a six cloisons très fortes qui se soudent à la columelle, six autres beaucoup plus minces qui arrivent à la moitié de la fossette, douze cloisons très petites dépassent à peine la muraille interne. La columelle est forte et styliforme. La deuxième muraille est polygonale, à peine marquée, mais se reconnaît distinctement dans les coupes. Les espaces intercalicinaux sont recouverts de vingt-quatre rayons septo-costaux par calice, qui sont droits, subconfluents et égaux.

Epaisseur de la lame : 6 à 10 mm.
Distance des centres calicinaux : 2 mm. 1/2 à 3 mm.
Diamètre de la fossette : 1 mm.

Je n'ai vu qu'un seul exemplaire de ce Polypier, il provient des calcaires blancs du Portlandien de St-Vallier.

Cette espèce se rapproche beaucoup des *Diplocœnia cæspitosa*, Et. et *D. Matheyi*, K. sans pouvoir être rapportée à aucune d'entre elles. Elle diffère de la première par son polypier en lame au lieu d'être arborescent; de la deuxième par des calices beaucoup plus petits, et des deux par la possession de six grandes cloisons au lieu de douze.

La figure 8, planche LI, montre un fragment de la surface supérieure de ce Polypier en grandeur naturelle.

Cryptocœnia Thiessingi, Koby, 1881.

Pl. LI, fig. 7.

1881. *Cryptocœnia Thiessingi*, Koby, Polyp. jurass. de la Suisse, p. 86. pl. XXIX, fig. 2.
1897. *Cryptocœnia Thiessingi*, Ogilvie, Die Korallen der Strambergersch., p. 181, pl. XVIII, fig. 10, 10 a.

J'ai cru devoir faire figurer un exemplaire de ce Polypier qui, quoique relativement rare, a une grande extension géographique. Il provient du Jurassique supérieur de St-Vallier de Thiey. Cet exemplaire diffère cependant de celui du Jura bernois, que j'ai décrit dans le temps, par des côtes non confluentes. Elles produisent, en effet, en rencontrant celles des calices voisins une ligne polygonale brisée, assez saillante. C'est aussi le cas pour les exemplaires de Stramberg décrits par Me. Ogilvie. Comme tous les autres caractères sont les mêmes, il n'y a pas lieu de faire de ces exemplaires une espèce nouvelle, il suffit de compléter la description du type en ajoutant que les côtes ne sont pas toujours confluentes.

La figure 7, planche I, montre la surface calicinale d'un Polypier de grandeur naturelle.

Convexastrea Kiliani, Koby, 1905.

Pl. LIV, fig. 1

La colonie se compose d'une masse irrégulièrement convexe, bosselée et lobée. Les calices sont profonds, circulaires ou elliptiques, très serrés, à peu près tous de même taille. Il y a douze cloisons, dont six grandes et six petites. Les cloisons primaires sont épaisses vers l'extérieur, elles vont en s'amincissant vers le centre, pour s'épaissir de nouveau dans le voisinage immédiat de celui-ci, où elles se soudent au plancher qui ferme la loge en produisant un tubercule saillant à six lobes. Les cloisons secondaires sont plus minces et arrivent au milieu du rayon calicinal en s'atténuant graduellement et se soudent également au plancher. Ces douze cloisons se continuent par dessus la muraille en autant de rayons septo-costaux forts et élevés, séparés par des espaces égaux à leur épaisseur, qui vont toucher les rayons des calices voisins sous des angles variables; ceux qui se trouvent dans la même direction sont confluents, les autres s'arrêtent brusquement. Les traverses sont très fortes et forment de véritables planchers équidistants.

Hauteur du polypier : 60 mm.
Diamètre du polypier : 50 mm.
Diamètre calicinal : 3 mm.
Distance des centres calicinaux : 4 mm.

Ce Polypier se trouve dans le Bathonien inférieur de Roquefort-Clamarquier. Je n'en ai qu'un exemplaire. Le *Convexastrea Kiliani*, K. se distingue facilement de ses congénères par la taille et la distance de ses calices; il ne pourrait être confondu qu'avec des exemplaires anormaux du *C. Schardti*, K., dont les calices sont ordinairement très écartés, mais cette dernière espèce possède un système cloisonnaire octoméral.

La figure 1, planche LIV, représente l'échantillon de grandeur naturelle, vu par sa face supérieure.

Plesiophyllia Calloviensis, Koby, 1905.

Pl. LI, fig. 5.

Le polypier est petit, cylindro-conique, droit et peu élevé. Le calice est circulaire, peu profond, à bord tranchant. On compte une quarantaine de cloisons fortes, subégales, à bord supérieur légèrement arqué et découpé en grosses dents régulières. Ces cloisons s'arrêtent à une petite distance de la columelle et circonscrivent un espace elliptique dont le grand axe est occupé par une

columelle épaisse, lamellaire, saillante et également dentée. Le polypier est enveloppé par une forte épithèque plissée qui remonte jusqu'au bord calicinal.

Hauteur du polypier : 12 à 15 mm.
Diamètre du polypier : 14 mm.

J'ai examiné deux échantillons de ce Polypier, ils proviennent du Callovien de St-Vallier de Thiey et de Mons (Var).

Le genre *Plesiophyllia* ne renferme encore que deux espèces des terrains jurassiques et une espèce crétacée. L'espèce nouvelle ne saurait être confondue avec aucune de ses congénères ; elle n'a qu'un petit nombre de cloisons, qui, par contre, sont très épaisses mais étroites ; la columelle est aussi plus forte que celle du *Plesiophyllia recta*, K.

La figure 5, planche LI, montre un fragment de roche avec un calice vu par le haut, grandeur naturelle.

Thecosmilia Kiliani, Koby, 1905.

Pl. LII, fig. 1.

Le polypier est relativement peu élevé et s'étend surtout dans un sens horizontal. Les branches sont rarement formées d'un seul polypiérite, elles comprennent le plus souvent deux, trois ou même un plus grand nombre d'individus placés parallèlement à la suite l'un de l'autre, rarement groupés en faisceau circulaire. Les calices isolés sont circulaires, les calices groupés ont une fossette calicinale assez profonde et sont séparés par des arêtes assez élevées et tranchantes, formées par des rayons septo-costaux confluents. Les rameaux se bifurquent sous des angles très aigus, ils arrivent sensiblement à la même hauteur, de sorte que la surface supérieure du polypier est presque plane. Il y a quatre à cinq cycles de cloisons dans les grands calices. Ces cloisons sont fortes, droites ou arquées, elles deviennent épaisses vers le bord calicinal et très minces vers le centre. Celles des trois premiers cycles sont larges et se touchent presque au centre ; leur bord supérieur est nettement denté, les faces sont striées, elles se relient par de nombreuses traverses. L'épithèque est peu adhérente, elle est mince et fragile et met à découvert la partie dorsale des cloisons sous forme de côtes épaisses et égales.

Hauteur du polypier : 50 à 80 mm.
Diamètre du polypier : 100 à 200 mm.
Diamètre des calices isolés : 12 à 15 mm.
Fausses côtes : 15 par 10 mm.

J'ai sous les yeux quatre échantillons de ce Polypier, qui proviennent du calcaire blanc portlandien de Coursegoules et du Col de Ferrier, près St-Vallier de Thiey. Ils sont assez constants dans leurs caractères, la taille seule du polypier est différente, mais comme ce sont tous des fragments, on n'en peut rien conclure. Je constate cependant que chez tous le polypier est peu élevé, et c'est surtout un caractère qui permet de distinguer cette espèce du *Thecosmilia magna*, Thurm., assez répandu dans l'Astartien du Jura Suisse, et dont les branches s'isolent plus promptement et atteignent une grande longueur. Les cloisons et les fausses côtes du *Thecosmilia Kiliani* sont en outre beaucoup plus épaisses et on en compte un moins grand nombre par 10 mm.

La figure 1, planche LII, représente un fragment de Polypier vu par sa face calicinale.

Thecosmilia Guebhardi, Koby, 1905.

Pl. LI, fig. 1, 2, 3, 4.

Le polypier forme un buisson élevé, très étendu, composé d'un grand nombre de branches qui, cependant, sont assez écartées et ne s'anastomosent pas entre elles. Les rameaux sont cylindriques, ils se dichotomisent à de longs intervalles, s'isolent rapidement et s'écartent sous un angle aigu, variant de 15 à 30°. Les calices sont circulaires ou elliptiques, peu profonds, les bords sont arrondis, la fossette calicinale est à peine indiquée dans la plupart des calices par une petite excavation conique. Le nombre des cloisons est relativement élevé, il varie de quarante-huit à cinquante-six et même soixante. Douze à seize arrivent au centre du calice, mais elles ne se soudent pas par leur bord interne ; douze sont un peu moins larges ; vingt-quatre atteignent la moitié du diamètre calicinal, et çà et là on trouve une petite cloison très étroite. Toutes ces cloisons sont également épaisses sur le bord calicinal, elles s'atténuent graduellement en avançant vers le centre, où elles se terminent en une tranche très mince. Les faces cloisonnaires sont recouvertes de fortes stries paraissant être verticales, on en compte quatre par millimètre, mais ces stries ne se correspondent pas entre elles sur les deux faces, elles sont au contraire régulièrement alternes, de sorte qu'une section transversale d'une cloison donne une ligne en zig-zag d'une finesse extrême. La partie dorsale des cloisons est dentée. L'épithèque est mince, peu adhérente et extrêmement fragile; malgré l'examen d'une centaine de branches je n'ai pu en découvrir que quelques fragments restés attachés à la gangue empâtant le polypier. Les fausses côtes (partie dorsale

des cloisons) sont, par contre, saillantes, subégales, très serrées, et on ne peut apercevoir les traverses que dans les parties usées. Celles-ci sont fortes, distantes de deux tiers de millimètre.

Hauteur probable du polypier : 30 à 50 cm.
Diamètre probable du polypier : 40 à 60 cm.
Diamètre des branches : 10 à 15 mm.
Fausses côtes : 10 par 5 mm.

Cette espèce paraît être fréquente dans certaines parties crayeuses du calcaire blanc portlandien des environs de St-Vallier de Thiey. Elle ressemble beaucoup au *Th. costata*, From., dont on la distinguera cependant facilement par ses branches plus égales, plus régulièrement cylindriques, ordinairement droites, par ses cloisons bien plus nombreuses, surtout en comparant des calices d'un même diamètre, et, partant, par ses fausses côtes plus serrées et subégales.

Les figures 1 à 4, planche LI, montrent des fragments de branches de ce Polypier en grandeur naturelle.

Calamophyllia Guebhardi, Koby, 1905.

Pl. LII, fig. 2 et 3

Le polypier est fasciculé, il constitue des masses le plus souvent globuleuses, irrégulièrement arrondies, à surface mamelonnée. Les polypiérites sont très minces, cylindriques ou faiblement anguleux, droits ou arqués, rayonnant du pied de la colonie vers la surface supérieure. Ils sont très serrés et paraissent même se souder par des collerettes murales très rapprochées. La bifurcation est surtout fréquente dans les parties inférieures du polypier, vers le haut elle est plus rare et les branches sont longues et subparallèles. Les calices sont circulaires, elliptiques, parfois anguleux, peu profonds. Les cloisons sont en nombre variable suivant que le calice est circulaire ou qu'il devient elliptique, c'est-à-dire qu'il commence à se diviser. Dans les premiers, on compte douze à seize cloisons, dont la moitié arrivent au centre et se soudent entre elles pour y former une fausse columelle ; les autres, moins larges, s'anastomosent aux premières en se recourbant brusquement vers elles. Dans les coupes, le point de soudure est marqué par un renflement très distinct. Les calices ovalaires renferment jusqu'à vingt cloisons, qui se soudent au centre suivant une ligne columellaire. A chaque cloison correspond une côte très saillante, granulée, qui passe sur des bourrelets épithécaux très rapprochés, tout en s'effaçant un peu. Ces bourrelets, distants en moyenne d'un millimètre, ne sont bien visibles que dans les parties bien conser-

vées, ils paraissent alors se souder à ceux des polypiérites voisins.

Hauteur du polypier : 50 à 100 mm.
Diamètre du polypier : 50 à 150 mm.
Diamètre des branches : 3/4 de mm. à 1 mm.

J'ai pu étudier 4 échantillons qui proviennent tous du Bajocien de Roquefort-Clamarquier, d'un horizon à silex dit zone à *Lima heteromorpha*.

Ce Polypier ressemble au *Calamophyllia radiata*, Lam., seulement ses dimensions sont beaucoup plus petites. Les branches n'ont que 3/4 de mm. à 1 mm. au lieu de 1 mm. 1/2 à 2 mm. ; les cloisons sont au nombre de douze à vingt au lieu de vingt à trente. Le *C. radiata* possède bien ce dernier nombre de cloisons quoique plusieurs auteurs lui en donnent moins ; il n'y a qu'à consulter la figure 1 *c*, pl. 22 de « British fossil Corals »[1]. Sous le rapport de la taille et de l'aspect général du Polypier le *Calamophyllia Guebhardi*, K. est absolument semblable au *Stylosmilia Koniakensis* Ogilvie, du Jurassique supérieur. Ce dernier Polypier n'a cependant pas de collerettes murales et les caractères internes ne sont pas identiques. Notre espèce est bien une Calamophyllie et n'a aucun des caractères des Stylosmilies.

La figure 2, planche LII représente un petit Polypier vu de côté ; la figure 3 la surface supérieure d'un autre fragment. Ces figures sont de grandeur naturelle.

Calamophyllia Tomesi, Koby, 1905.

Pl. LV, fig. 1, 2, 2*a*, 3.

La colonie est en touffe serrée dont la surface supérieure est plane ou faiblement convexe. Les polypiérites sont longs, cylindriques, avec des étranglements transversaux assez espacés. Ils se bifurquent sous des angles très aigus et à de longs intervalles, les branches se mettent de suite dans une direction parallèle. Les calices sont circulaires ou elliptiques, peu profonds, à bords tranchants. On y compte vingt-quatre à trente cloisons, fortes et subégales, épaisses vers l'extérieur, s'atténuant progressivement en approchant du centre, où elles se soudent entre elles pour produire une sorte de columelle irrégulière, formée de tubercules inégaux. Dans les coupes, on voit que douze cloisons sont plus fortes que les autres, les faibles se soudent aux premières à une petite distance de la columelle. Les traverses sont nombreuses et fortes. Le côté extérieur des polypiérites est recouvert de vingt-quatre à trente côtes très fortes, égales, granulées. Les collerettes murales sont

1. Edwards et Haime, Brit. foss. Corals, t. III.

effacées par l'usure, mais on en voit des traces évidentes sur différentes parties du polypier ; elles étaient également rapprochées et se soudaient aux collerettes voisines.

Hauteur du polypier : 90 à 120 mm.
Diamètre probable du polypier : 100 à 200 mm.
Diamètre des branches : 5 à 7 mm.

Ce Polypier provient des couches bajociennes de Roquefort-Clamarquier ; j'en ai quatre échantillons, mais qui ne sont probablement que des fragments d'une même colonie.

Ce fossile rappelle par son port le *Calamophyllia flabellum*, Bl. du Jurassique supérieur, il s'en distingue cependant sans peine, par des branches cylindriques et plus petites. Il s'éloigne de tous ses congénères, dont les polypiers ont à peu près le même diamètre, par le petit nombre de cloisons, qui sont, par contre, fortes et subégales.

La figure 1, planche LV, montre un fragment de Polypier vu de côté et de grandeur naturelle ; sa surface est fortement usée, mais on aperçoit cependant les côtes et des traces des collerettes murales. Les figures 2 et 3 de la même planche représentent deux autres fragments vus par leur surface calicinale. La figure 2 *a* montre une portion de cette surface grossie deux fois.

Astrocœnia Guebhardi, Koby, 1905.

Pl. LIV, fig. 5.

Le polypier est massif, à surface supérieure fortement convexe et bosselée. Les polypiérites ont leurs murailles d'abord cachées sous des rayons septo-costaux confluents, mais elles ressortent facilement par l'usure, tout en restant très minces. Les calices sont polygonaux, très serrés, subégaux, peu profonds. Le centre calicinal est occupé par une columelle peu élevée et comprimée, pas toujours nettement délimitée, mais se confondant dans les parties profondes avec le bord interne des cloisons principales. Il y a douze cloisons fortes, épaisses, droites ou légèrement flexueuses, qui atteignent le centre ; on compte ensuite, suivant la grandeur du calice, six à douze cloisons, de moitié plus étroites, mais de même épaisseur que les premières, dont le bord interne se soude parfois aux cloisons voisines. Le bord supérieur des cloisons est divisé en grosses dents, et les faces sont couvertes de stries granulées, placées dans une direction verticale ; elles paraissent êtres réunies entre elles, plutôt par des pseudo-synapticules que par des traverses proprement dites.

Diamètre des calices : 2 mm.
Distance des centres calicinaux : 2 mm. 1/2 à 3 mm.
Hauteur du polypier : 40 mm.
Diamètre du polypier : 80 mm.

Ce Polypier provient du Bathonien inférieur de Roquefort-Clamarquier.

L'*Astrocœnia Guebhardi*, K. se distingue de ses congénères à polypier massif par des murailles plus minces, une columelle plus faible, des cloisons relativement épaisses, dont la disposition, en trois cycles différents, n'est pas toujours très nette. Ce n'est que par l'usure, que les caractères génériques ressortent, les parties bien conservées feraient plutôt croire à un *Centrastrea*, mais la présence de murailles prismatiques et la struture cloisonnaire en font bien une Astrocœnie.

La figure 5, planche LIV, représente un fragment de Polypier, vu par sa face supérieure. Grandeur naturelle.

Stephanocœnia oolitica, Koby, 1905.

Pl. LIV, fig. 3, 3*a*, 4.

La colonie forme des masses convexes qui ont plutôt la tendance de s'allonger dans un sens horizontal, que verticalement. La surface du polypier est assez régulière et ne montre que rarement des gibbosités ou des mamelons. Les calices sont petits et très serrés. Ils sont superficiels dans les parties biens conservées et se creusent à peine par l'usure. Ils sont subégaux, polygonaux, les plus petits sont d'abord triangulaires, les plus grands ont leurs côtés ondulés. Les murailles sont cachées par les rayons confluents, mais elles ressortent très vite par l'érosion. Le centre du calice est occupé par une columelle comprimée ; six grandes cloisons viennent toucher cette columelle par leur bord interne aminci ; six cloisons du deuxième cycle s'arrêtent à la moitié du rayon calcinal devant six palis allongés, placés dans leur direction, qui s'amincissent en tranche très mince du côté interne ; il y a ensuite douze cloisons tertiaires étroites qui n'atteignent pas les palis. Les vingt-quatre cloisons sont de même épaisseur sur le pourtour calicinal. Dans les calices, d'une conservation parfaite, les six cloisons primaires ont également des lobes paliformes situés à la même distance que les autres, il y a alors, vers le milieu du rayon calicinal, une couronne de douze palis. Dans les calices bien usés, tous les palis ont disparu, et les cloisons tertiaires sont soudées par leur bord interne aux cloisons secondaires, formant une sorte de fourchette à trois dents.

Hauteur des colonies : 30 à 40 mm.
Largeur des colonies : 30 à 80 mm.
Distance des centres calicinaux : 1 mm. 3/4 à 2 mm.

Ce fossile est représenté par trois échantillons d'une bonne conservation, ils proviennent d'un banc argileux à *Rhynchonella Hopkinsi*, à Grasse-Roquevignon.

Le *Stephanocœnia oolitica*, H. ressemble tout à fait au *St. trochiformis*, Mich., des couches rauraciennes. Un examen attentif fait cependant ressortir les différences suivantes : les calices sont un peu plus grands, les cloisons plus minces, la columelle considérablement plus faible.

La planche LIV, figures 3 et 4, montre deux polypiers de grandeur naturelle, vus par le haut. La figure 3 *a* montre une partie de la surface calicinale, grossie environ trois fois. En examinant cette figure à la loupe, on peut apercevoir par ci par là quelques palis.

Dermoseris Guebhardi, Koby, 1905.

Pl. LVI, fig. 1, 2, 2*a*.

Le polypier est cespiteux, composé de branches subcylindriques, serrées, qui n'arrivent pas toutes à la même hauteur, et qui ne se bifurquent qu'à de rares intervalles, dans les parties moyennes et supérieures du polypier, la multiplication se faisant surtout dans les premiers temps de la croissance. Les branches sont recouvertes d'une épithèque lisse, non costulée, mais montrant de nombreux plis transversaux ; elle arrive jusqu'au bord calicinal. Les calices sont circulaires ou elliptiques, superficiels dans l'origine, mais possédant au centre un enfoncement circulaire très profond qui s'élargit par l'usure, et produit alors des calices excavés, à bords arrondis. On compte de soixante-dix à quatre-vingt-dix cloisons sur le bord du calice, elles sont également minces, mais de largeur inégale; une trentaine seulement arrivent à la fossette centrale, les autres s'anastomosent par leur bord interne à celles d'un âge plus avancé. Ces cloisons ont une struture poutrellaire et paraissent s'unir par des synapticules.

Hauteur probable du polypier : 200 mm.
Diamètre probable du polypier : 200 à 300 mm.
Epaisseur des branches : 8 à 10 mm.
Nombre de fausses côtes : 8 par 3 mm.

On trouve ce fossile dans les calcaires crayeux portlandiens, des environs de St-Vallier-de-Thiey.

Le nombre d'espèces de *Dermoseris* décrites jusqu'à ce jour est assez restreint ; celle-ci s'en distingue sans peine par ses branches cylindriques, peu épaisses, à croissance plus régulière, et par ses calices superficiels et circulaires. On pourrait plutôt confondre ce Polypier avec les touffes de certaines Calamophyllies, si l'on ne prenait garde à l'épithèque plissée et non costulée, ainsi qu'à la structure cloisonnaire.

Les figures 1 et 2, planche LVI, montrent des fragments de colonies vus de côté et de grandeur naturelle ; la fig. 2 *a* fait voir la surface calicinale de ce dernier fragment.

Microsolena contorta, Koby, 1905.

Pl. LIV, fig. 2.

Le polypier est convexe et paraît se fixer par un pédoncule large et peu élevé, sa surface supérieure est régulière, les bords sont un peu découpés. Les calices sont superficiels, à peine déprimés vers leur milieu, les centres sont peu nets et occupés par les tubercules internes des grosses cloisons. On compte une quarantaine de rayons septo-costaux, sur les espaces intercalicinaux. Ils sont épais, très contournés et flexueux, entièrement confluents avec ceux des calices voisins, anastomosés entre eux, et de longueur fort inégale. Huit à dix rayons descendent dans la dépression calicinale, et se touchent au centre. Tous les rayons sont formés de gros grains irréguliers et les cloisons ont également une structure trabéculaire très grossière. On voit à la surface inférieure du polypier des traces d'une épithèque plissée, ainsi que des fausses côtes égales.

Hauteur du polypier : 35 mm.
Diamètre du polypier : 50 mm.
Distance des centres calicinaux : 4 à 5 mm.
Nombre de fausses côtes : 6 par 3 mm.

Ce fossile provient du Bathonien inférieur de Grasse-Roquevignon.

Les caractères distinctifs de cette espèce sont, à côté des dimensions calicinales, des rayons très contournés, et un tissu cloisonnaire très grossier.

La figure 2, planche LIV, représente un Polypier de grandeur naturelle, vu par le haut.

EXPLICATION DES PLANCHES

Sauf mention spéciale, toutes les figures sont en grandeur naturelle.

PLANCHE LI

Fig. 1-4. — *Thecosmilia Guebhardi*, Koby. Portlandien de St-Vallier, Valens.
Fig 5. — *Plesiophyllia calloviensis*, K. Callovien de St-Vallier-la Combe.
Fig. 6. — *Shylina parcicosta*. K. Kimeridgien de Mons; Bliauge (Var).
Fig. 7. — *Cryptocœnia Thiessingi*, K. Portlandien de St-Vallier-les Vallons.
Fig 8. — *Diplocœnia Guebhardi*, K. Portlandien de St-Vallier-Ferrier.

PLANCHE LII

Fig. 1. — *Thecosmilia Kiliani*, K. Portlandien de Coursegoules-Garavagne.
Fig. 2-3. — *Calamophyllia Guebhardi*, K. Bajocien de Roquefort-Clamarquier.

PLANCHE LIII

Fig. 1. — *Stylosmilia Fromenteli*, K. Bathonien de Grasse-Roquevignon.
Fig. 2-3 — *Stylosmilia flexuosa*, K. Portlandien de St-Vallier-le-Pilon.

PLANCHE LIV

Fig. 1. — *Convexastrea Kiliani*, K. Bathonien de Roquefort-Clamarquier.
Fig. 2. — *Microsolena contorta*, K. Bathonien de Grasse-Roquevignon.
Fig. 3-4. — *Stephanocœnia oolitica*, K. Bathonien de Grasse-Roquevignon.
Fig. 3 *a* — Grossissement triple d'une portion de la surface calicinale du type fig. 3.
Fig. 5. — *Astrocœnia Guebhardi*, K. Bathonien de Roquefort-Clamarquier.

PLANCHE LV

Fig 1-3 — *Calamophyllia Tomesi* K. Bajocien de Roquefort-Clamarquier.
Fig 2 *a*. — Quelques calices de l'un de ces Polypiers grossis trois fois.
Fig. 4. — *Ceratocœnia tenuis*, K. Bathonien de St-Vallier-Camplong.

PLANCHE LVI

Fig. 1, 2, 2*a*. — *Dermoseris Guebhardi*, K. Portlandien de St-Vallier-Valens.
Fig. 3-5. — *Discocœnia conoidea*, K. Bathonien inférieur de Cabris-l'Agast.
Fig. 6. — Exemplaire douteux de la même espèce. Bathonien de Saint-Cézaire-le Brusquet.

SUR QUELQUES FOSSILES REMARQUABLES DE L'HAUTERIVIEN DE LA RÉGION D'ESCRAGNOLLES

par M. W. KILIAN.

Planche LVII.

Les récoltes de M. Guébhard ne se sont pas limitées au système jurassique ; il a réuni également de belles séries de fossiles crétacés qui ont enrichi les collections de la Faculté des Sciences de Grenoble et qui feront ultérieurement, nous l'espérons, l'objet de notes intéressantes, malgré les études multiples qui ont été publiées depuis un demi-siècle sur les gisements classiques des environs d'Escragnolles. C'est d'ailleurs à notre instigation que M. le capitaine Hitzel a bien voulu commencer l'étude du Gault, résumée dans une notice qu'on trouvera plus loin. Nous préparons, en collaboration avec MM. Jacob et Paul Reboul, plusieurs notices paléontologiques sur ces intéressants matériaux.

Parmi les nombreux fossiles crétacés de la région d'Escragnolles recueillis par M. Guébhard, il nous a paru intéressant, en attendant d'avoir achevé une étude plus générale, de faire figurer dès à présent, à l'occasion de la visite faite à Escragnolles même, par la Société géologique, quelques échantillons peu communs ou des variétés nouvelles dont l'existence dans le Néocomien des Alpes-Maritimes mérite d'être particulièrement signalée.

Nous rappellerons que les représentants du Crétacé inférieur dans la région qui nous occupe, diffèrent notablement par leur faune plus néritique, par leur épaisseur moindre et par leur nature lithologique, des couches de même âge à faciès bathial du Diois et de la partie septentrionale du département des Basses-Alpes. Ils ne nous offrent pas, en effet, comme ces dernières, les caractères de dépôts bathiaux s'étant effectués au centre d'un géosynclinal, mais indiquent notamment par leur nature souvent ferrugineuse (Bargême) et glauconieuse un régime peu profond, en partie néritique et sublitoral. Les faunes d'Ammonites elles-mêmes ont un caractère différent de celles de la région axiale du synclinal ; celles de l'Hauterivien de Châteauvieux et de Bargême notamment mériteraient une étude spéciale que nous comptons entreprendre un jour grâce aux matériaux précieux que nous a communiqués M. Guébhard ; il en est de même du Barrêmien d'Escragnolles (où abonde le *Rhynchonella Dollfusi* Kilian).

On sait [1] que ces caractères spéciaux sont attribuables au voisinage d'un littoral correspondant ici au bord du massif ancien, alors émergé, des Maures. Nous avons *montré*, du reste, que des modifications analogues (auréole néritique), s'observent lorsqu'on suit les formations hauteriviennes et barrêmiennes à l'O. du géosynclinal subalpin, *vers le Plateau central*, le long duquel se manifestent également, dans l'Ardèche et *dans le Gard* des changements de faciès significatifs qu'ont étudiés, depuis, avec beaucoup de talent, MM. Sayn et Roman.

Holcostephanus (Astieria) Athersthoni Sharpe sp., 1856

Planche LVII, fig. 1*a*, et. 1*b*.

Holcostephanus multiplicatus Neum. et Uhlig, *non* Rœm.

Je crois devoir rapporter à l'espèce figurée par M. Sharpe (Fossils from South Africa. *Transact. Geol. Society London*, (2), VII, 1856, Pl. XXIII, fig. 1*a b*) l'échantillon de petite taille pourvu de son test, qui a été recueilli par M. Guébhard dans l'oolithe limoniteuse de Bargème. Cette Ammonite présente en effet tous les caractères qui distinguent l'espèce de Sharpe : côtes ombilicales dirigées légèrement en arrière et se terminant par un tubercule, d'où part un faisceau de 4 à 6 côtes fines et tranchantes, se dirigeant d'abord en avant, *puis décrivant une sinuosité en arrière* ; la section du tour est légèrement moins cintrée dans notre forme et intermédiaire entre la section donnée par M. Sharpe et celle susmentionnée de MM. Neumayr et Uhlig (*Holcost. multiplicatus*, Amm. Hilsbildung. Norddeutschlands, 1881, pl. XXXIII), mais cela est dû très probablement à la différence d'âge, qui existe entre les échantillons figurés d'Afrique et de l'Allemagne du Nord et le nôtre. L'ombilic présente dans notre échantillon, des parois un peu moins abruptes que dans les formes figurées ; ses côtes paraissent également plus fines que ne le seraient celles des tours internes des formes suisses et allemandes [2]. Malgré ces différences, nous n'hésitons pas à le rapporter à *Holc. Athersthoni*, qui a été déjà signalé dans le Jura suisse et à Moustiers-Sainte-Marie (Basses-Alpes). Une série d'exemplaires de l'Hauterivien de Saint-Pierre de Chérenne, montrant des stades

1. W. Kilian. Notice stratigraphique sur les environs de Sisteron et contributions à la connaissance des terrains secondaires du S.E. de la France. *B. S. G. F.* (3), XXIII, 1895, pp. 749, 705, 706, 968, 969, etc.

2. On remarque un léger étranglement dirigé parallèlement aux côtes et traversant la région siphonale.

variés et les modifications profondes que subit en grandissant *Holc. Hispanicus* Mall. (= *H. Bigueti* Sayn) nous permettront de montrer que ces formes ne représentent très probablement que divers âges de la même espèce qui devra porter le nom plus ancien de *Holcost. Atherstoni* Sharpe sp.

Il est également probable que *Holc. Baini* Sharpe n'est qu'un stade du jeune âge d'*Holc. Atherstoni.*

Cloisons inconnues.

Holcostephanus (Astieria) Guebhardi n. sp.

Planche LVII, fig. 2 *a* et 2 *b*

Cet échantillon, de l'Hauterivien des environs d'Escragnolles, s'écarte suffisamment de tous les types bien connus de ce groupe pour recevoir une attribution spécifique distincte, quoique sa ligne cloisonnaire ne soit pas conservée.

Assez voisin au premier abord de *Holcost. perinflatus* Math., il en diffère par les caractères suivants. L'épaisseur des tours est moins grande et l'ouverture un peu plus élevée, ce qui donne à l'ensemble un aspect beaucoup moins globuleux ; la forme de l'ombilic est, du reste, la même, ainsi que le mode de disposition des côtes. Ces dernières sont droites et radiales. Notre espèce ne peut, d'autre part, être confondue avec *Holcost. Astieri* d'Orb. (type), à cause de la forme de ses tours et de sa plus grande épaisseur ; les côtes sont moins fortement dirigées en avant que dans l'espèce de d'Orbigny. Il semble donc nécessaire de distinguer cette forme, qui est l'une de celles qui a été le plus souvent confondue dans le Midi de la France avec *Holcost. Astieri* d'Orb. et *Holcost. Sayni* Kilian. Elle correspond à *Holcost. Atherstoni* Karakarch, mais pas au type de Sharpe.

Hoplites (Hoplitides) Inostranzewi Karak.

Planche LVII, fig. 3*a* et 3*b*.

Il a paru utile et intéressant de figurer ici cette petite Ammonite qui est très caractéristique, aux environs d'Escragnolles, et particulièrement à Clars, d'un niveau occupant la base de l'Hauterivien et renfermant de petites Exogyres.

Nous avons comparé cette forme à un moulage que nous a communiqué M. Karakasch, ainsi qu'à de fort beaux échantillons de Biassala (Crimée), que nous devons à M. Constantin de Vogdt, et

constaté une grande conformité entre ces types de Crimée et nos échantillons.

HOPLITES THURMANNI Pict. et Camp. sp.

Planche LVII, fig. 4*a* et 4*b*.

Nous rattachons à cette espèce une forme calcaire provenant de l'Hauterivien d'Escragnolles. Elle se distingue du type de l'espèce par des côtes à inflexion falculiforme un peu plus accentuée ; elle se rapproche aussi d'une forme inédite des marnes valanginiennes à Ammonites pyriteuses (*Hoplites pertransiens* Sayn) qui appartient du reste au même groupe.

Cloisons inconnues.

EXPLICATION DE LA PLANCHE LVII.

Tous les échantillons sont figurés en *grandeur naturelle*.

Fig. 1*a*. — *Holcostephanus Atherstoni* Sharpe sp. var. nov. — Jeune individu. Hauterivien. Bargême. Côté siphonal.

Fig. 1*b*. — — — Vue des flancs du même individu.

Fig. 2*a*. — — *Guebhardi* n. sp. — Hauterivien. Escragnolles. Face siphonale.

Fig. 2*b*. — — — Face ombilicale du même individu.

Fig. 3*a*. — *Hoplites Inostranzewi* Karak. — Hauterivien inférieur. Clars près Escragnolles.

Fig. 3*b*. — — — Autre échantillon de même provenance.

Fig. 4*a*. — — *Thurmanni* Pict. et Camp., sp., var. — Jeune. — Hauterivien inférieur d'Escragnolles.

Fig. 4*b*. — — — Face siphonale du même.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR A LA LIMITE DU VAR, DES BASSES-ALPES ET DES ALPES-MARITIMES

par M. J. REPELIN.

Planche LVIII

Nous n'avons d'autre but dans cette note restreinte que celui d'ajouter, au point de vue paléontologique, notre faible contingent d'observations aux études stratigraphiques entreprises depuis plusieurs années par MM. Zürcher et Guébhard dans cette région.

M. le Dr Guébhard avait depuis longtemps attiré notre attention sur la présence d'un horizon gréseux fossilifère dans le Crétacé supérieur des environs de Bargème (Var) et d'Andon (Alpes-Maritimes).

Les premiers fossiles qu'il nous communiqua étaient assez frustes et ne permettaient de donner ni détermination spécifique, ni indication sur l'âge des grès. Beaucoup plus heureux dans ses dernières recherches, M. le Dr Guébhard a pu recueillir d'assez nombreux fossiles, en bon état de conservation, qui ont servi de base à ce travail. Ce sont des débris de Crustacés, des Turritelles et surtout des *Aporrhais*.

Distribution des affleurements de Crétacé supérieur au Cénomanien et surtout de grès à Aporrhais. — On connaît, depuis le travail très important de M. Fallot sur le Crétacé du S.E. de la France, l'existence des couches supérieures du Cénomanien entre Comps et Castellane. M. Fallot[1] y a signalé *Voluta elongata* d'Orb., *Tigonia scabra* Lam., des Cucullées et des *Ostrea columba* Desh. de grande et de moyenne taille. M. Zürcher[2] a fait connaître, en outre, des couches supérieures au Cénomanien (Turonien) entre Eoulx et le Bourguet, au voisinage du Bourguet et entre le Plan d'Anelle et Brenon. Nous avons reconnu des couches contemporaines dans des échantillons envoyés par M. Guébhard des environs de Bargème et Châteauvieux (Var), de La Doire près Séranon (A.-M.) et de la Selle d'Andon, au N. de Saint-Vallier de Thiey (A.-M.).

1. Fallot. Etude géologique sur les étages moyens et supérieurs du terrain crétacé dans le Sud-Est de la France. Paris. G. Masson, 1885.
2. Zürcher. *Bull. Serv. Cart. Géol.*, II, 1890-91, n° 18.

On peut donc dire que le Turonien paraît représenté d'une manière constante par un niveau de calcaire ou de grès calcareux vert-clair dans tous les affleurements du Crétacé supérieur qui se montrent à l'E. de Castellane et de Comps, jusqu'à la limite de la Feuille au 1/80000 et plus loin, au N.E. d'Escragnolles, sur la Feuille de Nice.

Position stratigraphique des grès à Aporrhais. — Les fossiles que nous a communiqués M. le Dr Guébhard proviennent des grès de Châteauvieux (Var), de la Selle d'Andon (A.-M.) et de la Colle des Bouis au N. de Bargème (Var).

Ces grès se trouvent à la partie supérieure du Crétacé de la région, à l'exception toutefois des couches ligniteuses de Brenon[1] qui contiennent *Ostrea Matheroni* d'Orb.[2], *Ostrea galloprovincialis* (*Ost. acutirostris* Nilsson)[3] et qui appartiennent par conséquent au Santonien supérieur. Peut-être même y a-t-il en ce point des bancs se rattachant au Valdonnien (Campanien inférieur), comme paraissent l'indiquer de vraies lumachelles de Gastéropodes à l'état de moules qui nous ont paru ressembler beaucoup aux *Melanopsis galloprovincialis* Math.

D'autre part les bancs à *Aporrhais* reposent sur des couches qui appartiennent incontestablement au Cénomanien et dont nous avons pu étudier les fossiles grâce à l'obligeance de M. Guébhard.

C'est d'abord une zone d'argile verte sur laquelle se sont déposées, en discordance, les assises sannoisiennes à silex de Sainte-Pétronille. Nous avons reconnu dans cette argile les fossiles suivants :

Ostrea olisiponensis Coq., espèce qui se trouve à Martigues, au Beausset, à Moutiers, sous le Cénomanien, et qui est surtout abondante en Espagne, en Portugal, dans l'Afrique septentrionale où elle est associée à l'*Heterodiadema lybicum* Cott. si caractéristique du Cénomanien.

Terebratula biplicata Brocc. *in* d'Orb., qui se trouve généralement dans le Cénomanien inférieur, à La Malle (A.-M.) par exemple. La plupart des exemplaires sont des jeunes qu'il faut comparer avec les figures nos 14, 8, 13 de la Pl. 511 de la *Paléontologie Française*.

Ostrea flabellata d'Orb., très fréquente en Provence, à Eoulx, Moustier, Turbin, la Barralière près du Beausset, Cassis, etc.

1 Voir Feuille de Castellane.

2. Variété petite à valves très peu plissées et rappelant aussi beaucoup *Ost. plicifera*, des Martigues Coq. du Plan d'Aups et du Castellet.

3. Se trouve à la base de la série fluvio-lacustre, aux Martigues, au Beausset, au Plan d'Aups.

L'âge cénomanien de ces argiles n'est donc pas douteux. Elles figuraient sur la Carte géologique détaillée (Feuille de Castellane)[1] sous la teinte du Sénonien et la notation c^{8-6}.

A un niveau peut-être un peu supérieur, d'après M. Guébhard, mais toujours subordonné aux grès à *Aporrhais*, se montrent, près de La Martre, des calcaires argileux dans lesquels nous avons reconnu

Ostrea proboscidea d'Archiac; *Terebratula biplicata* Brocc.
Rhynchonella compressa d'Orb.;

Nous signalerons encore une Ammonite, d'un niveau que M. Guébhard a noté comme moins élevé, recueillie à La Batie, au-dessus d'un banc à grosses *Ostrea columba* Desh. Elle nous paraît nouvelle et nous l'étudierons ultérieurement.

Dans une zone un peu plus élevée dans la série, M. Zürcher a signalé *Ost. columba major*. Je n'ai pu vérifier la présence de cette variété parmi les fossiles provenant de cette région. Sa présence annonce déjà l'étage turonien.

Enfin, au sommet de la série, se placent nos grès calcaires à *Aporrhais*, dont le niveau se trouve compris entre des couches nettement sénoniennes (Santonien supérieur) et des bancs appartenant au Cénomanien. Leur âge ne peut donc être déterminé par la stratigraphie. Mais l'étude paléontologique nous a permis de les rapporter au Turonien et, pour préciser davantage, au niveau des grès d'Uchaux avec lesquels ils ont d'ailleurs les plus grandes similitudes d'aspect et de composition. Nous y avons reconnu, en effet, quatre espèces nouvelles du genre *Aporrhais* présentant de grandes analogies avec les formes turoniennes, des Anomies, des Térébratules, des moules internes d'*Ostrea columba* Desh. et surtout le *Turritella difficilis* d'Orb. très caractéristique des grès d'Uchaux (Pl. LVIII, fig. 8). Il faut ajouter que les débris de Crustacés[2] sont identiques à ceux que l'on trouve dans le Turonien de Mondragon et de la région d'Uchaux tels que *Callianassa Archiaci* A. Milne-Edw.[3].

M. Zürcher avait déjà signalé non loin de là, entre Saint-Thiens et Eoulx, et aussi près de la Selle d'Andon, des calcaires renfermant certaines espèces des grès d'Uchaux[4] entre autre *Voluta elongata* d'Orb., *Turritella Uchauxiana* d'Orb., *Cardium hillanum* Sow.

Voici maintenant quelles sont les diagnoses des espèces trouvées:

1. Voir *Carte géologique détaillée*, Feuille de Castellane.
2. A. Guébhard. Horizon supérieur de Crétacé à Crustacés. *B. S. G. F.* (4), I, 1901, p. 540.
3. Thalassiniens fossiles. *Ann. des Sc. N.* (3), t. XIV (1861).
4. Voir légende de la Feuille de Castellane.

APORRHAIS GOBYI *n. sp.*

Pl. LVIII, fig. 1.

Largeur du dernier tour, aile comprise, 42 mm.	Angle spiral, 19°20′
Longueur, 67 mm à 70 mm.	Angle sutural, 97°

Coquille allongée, angle spiral régulier, tours convexes, subanguleux, ornés de côtes longitudinales presque droites. Ces côtes sont au nombre de 14 environ au dernier tour. Elles sont traversées orthogonalement par des côtes transverses, très régulièrement disposées sur tous les tours et donnant une sorte de réseau à mailles presque égales. Le dernier tour est caréné et cette carène est munie de tubercules de grosseur moyenne. Le labre est légèrement rétréci à la base et s'élargit ensuite pour se terminer par une pointe obtuse. Il est impossible de voir s'il y a une partie accolée à la spire. Bouche inconnue.

Localité. — Châteauvieux (Var) au Col de l'Aumarine.

Echantillon unique vu sur la face supérieure.

Cette espèce a été trouvée par M. Paul Goby auquel je suis heureux de la dédier.

APORRHAIS GUEBHARDI *n. sp.*

Pl. LVIII, fig. 2, 3, 4, 5.

Largeur du dernier tour, aile comprise, 42 mm.	Angle spiral, 22°30′
Longueur, 60 mm.	Angle sutural, 102°

Coquille allongée, angle spiral régulier, tours convexes, arrondis ou subanguleux, ornés de côtes longitudinales très obliques et arquées, ayant leur concavité tournée en avant. Ces côtes sont au nombre de 16 environ au dernier tour; elles ne se continuent pas sur la carène de l'aileron. Elles sont traversées par des côtes transverses granulées, inégales, qui manquent ou sont atténuées vers le milieu des tours, sauf le dernier, et donnent un aspect très gracieux à la coquille. Ces côtes sont au nombre de 8 à 9 au dernier tour. Celui-ci est caréné et la carène est légèrement tuberculeuse. Indépendamment de ces côtes transverses on observe de très nombreuses stries fines qui leur sont parallèles. Le labre, plus élargi à la base, se rétrécit régulièrement vers la pointe, qui est très aiguë et dirigée en arrière.

Rapports et différences. — Cette espèce est à rapprocher de *Rostellaria ornata* d'Orb. et de *R. Requieni* d'Orb. Les côtes

longitudinales sont beaucoup plus nombreuses et plus aiguës que celles de *R. Requieni*[1] ; les côtes transversales également. Elle diffère de *R. ornata* par ses côtes falciformes, sa carène bien moins accusée et moins noueuse et son aileron non dilaté.

Localité. — La Selle d'Andon (Alpes-Maritimes). En dessous de l'enceinte préhistorique.

Fig. 2. Exemplaire montrant l'aile entière. — *Fig. 3.* Autre exemplaire vu sur la même face et montrant, d'une manière très nette, les ornements du côté de la carène et de l'aileron.— *Fig. 4.* Autre, montrant la bouche et la callosité columellaire. — *Fig. 5.* Autre, montrant l'ornementation des tours. Je suis heureux de dédier cette espèce au Dr Guébhard qui l'a découverte à la Selle d'Andon.

Aporrhais præalpina *n. sp.*

Pl. LVIII, fig. 6.

Largeur du dernier tour, sans l'aile, 22 mm.	Angle spiral, 15°
Longueur de l'échantillon, 44 mm.	Angle sutural, 95°20′

Coquille bien plus allongée que les précédentes, spire régulière, tours convexes, arrondis, ornés de côtes longitudinales légèrement sinueuses et obliques. Ces côtes sont au nombre de 18 à 20 aux derniers tours. La coquille montre en outre des côtes transverses, munies de petits tubercules et assez nombreuses. Le labre n'est pas connu, mais on peut voir cependant la partie qui s'applique sur les tours de spire et qui dépassait certainement l'extrémité de la coquille.

Localité. — Colle des Bouis, au N. de Bargème (Var).

Exemplaire unique.

Aporrhais raricostata *n. sp.*

Pl. LVIII, fig. 7.

Largeur du dernier tour (avec la portion de l'aileron qui subsiste), 27 mm.	Angle spiral, 22°40′
Longueur de l'exemplaire, 32 mm ;	Angle sutural, 99°30′

Coquille relativement peu allongée, angle spiral régulier. Tours convexes, ornés de côtes longitudinales droites, au nombre de 9

1. D'Orbigny. Pal. Fr. Terr. crét., t. II, pl. 209, fig. 1, 2, 3, 4.

ou 10 et de stries transversales, assez nombreuses mais peu avancées. Dernier tour légèrement caréné. Labre élargi à la base, se rétrécissant à son extrémité, qui n'est pas visible dans notre exemplaire. Pas de partie accolée à la spire. Bouche inconnue.

Rapports et différences. — Cette espèce se distingue de tous les *Aporrhais* du Turonien par sa forme plus trapue et le petit nombre de ses côtes. La seule qui s'en rapproche un peu, à ce dernier point de vue, est *R. simplex* d'Orb., mais cette dernière est bien plus allongée et ses côtes transversales plus nombreuses et plus accusées. Notre *Aporrhais raricostata* présente de nombreuses analogies avec *R. alpina* d'Orb. qui provient également de la région d'Escragnolles, mais qui s'y trouve à un niveau bien inférieur dans la région crétacée. Elle se rapproche d'elle par sa spire courte, sa forme assez renflée, son petit nombre de côtes, se correspondant d'un tour à l'autre. Elle s'en distingue par ses stries transverses parallèles à la suture des tours, son angle spiral plus grand, ses tours beaucoup moins hauts et plus larges.

Localité. — Colle des Bouis, au nord de Bargème, sur le sentier de Châteauvieux, au moment où il arrive au col.

Exemplaire vu par sa face supérieure.

EXPLICATION DE LA PLANCHE LVIII

1. — *Aporrhais Gobyi* n. sp. Châteauvieux (Var). Notre collection (Don de M. Paul Goby).
2, 3, 4, 5. — *Aporrhais Guebhardi* n. sp. La Selle d'Andon (A. M.). Notre collection (Don de M. Guébhard).
6. — *Aporrhais præalpina* n. sp. Colle des Bouis, Bargème (Var). Notre collection (Don de M. Guébhard).
7. — *Aporrhais raricostata* n. sp. Colle des Bouis
8. — *Turritella difficilis* d'Orb. Selle d'Andon.

SUR LES FOSSILES DE L'ÉTAGE ALBIEN

RECUEILLIS PAR M. A. GUÉBHARD

DANS LA RÉGION D'ESCRAGNOLLES (A.-M.)

par M. E. HITZEL.

La collection de fossiles de l'étage albien [1] recueillie par M. le Dr Guébhard dans la région d'Escragnolles et les environs de Nice renferme des Céphalopodes, des Gastropodes, des Lamellibranches, des Brachiopodes et des Echinides. Elle constitue, pour la faune albienne de cette région, un ensemble de matériaux comparable à celui qui a fait l'objet de la belle monographie de MM. Parona et Bonarelli [2].

L'étude des Céphalopodes et des Echinides qui constituent la partie la plus importante et aussi la plus intéressante de cette collection est actuellement terminée. Nous donnons plus loin la liste des espèces qu'elle renferme.

Les Echinides ont été déterminés par M. le commandant Savin. Ils ont été rangés, sur la liste énumératrice des fossiles, dans l'ordre de succession des genres adopté par M. de Loriol dans sa *Description des Echinides crétacés de la Suisse* [3]. Les espèces recueillies par le Dr Guébhard appartiennent, en général, à l'étage qui, dans cet ouvrage, est dénommé Gault inférieur.

Les fossiles appartenant aux autres classes d'Invertébrés sont, à part les Brachiopodes du genre *Rhynchonella*, d'une bien moindre importance, tant au point de vue du nombre des espèces qu'à celui de la conservation des échantillons. Leur étude n'est pas achevée.

Les Brachiopodes comprennent la *Terebratula Dutemplei* d'Orb., avec ses nombreuses variétés, et des Rhynchonelles. Parmi les

1. L'étude de cette collection nous a été confiée par M. W. Kilian, l'éminent professeur de géologie à l'Université de Grenoble. Nous lui exprimons ici nos vifs remerciments pour l'aide constante qu'il nous a donnée par ses précieux conseils, et la libéralité avec laquelle il a mis à notre disposition, et sa riche bibliothèque personnelle et les moyens d'étude de son laboratoire.

2. Parona et Bonarelli. Fossili albiani d'Escragnolles, del Nizzardo e della Liguria occidentale. *Paleontographia italica*, II, 1896, pp. 53-112, pl. X-XIV.

3. Matériaux pour la Paléontologie suisse, de F.-J. Pictet, 6e série (1873).

localités qui ont fourni ces dernières, celle de Vence (quartier du Pontaoutchoun) a donné une abondante récolte, mais les conditions dans lesquelles ces fossiles y ont été trouvés jettent quelque doute sur l'étage auquel ils doivent être attribués.

Les Lamellibranches n'offrent que peu d'espèces. En défalquant les nombreux fragments de moules internes de l'*Inoceramus concentricus* Park. et quelques morceaux de l'*Inoc. sulcatus* Sow., nous n'avons rencontré que deux échantillons d'une *Lima* indéterminable, une *Nucula*, et quelques valves de jeunes individus d'une *Ostrea* que nous rapportons à *Exogyra columba* Desh. sp. [1].

Les Gastropodes sont généralement à l'état de moule interne, privé de toute trace de test. Cette circonstance rend leur étude très ingrate. Ils se rapportent surtout aux genres *Pleurotomaria*, *Turbo*, *Trochus*, *Solarium* et *Natica*. Nous avons remarqué, parmi les espèces dont la détermination nous paraît certaine, quelques exemplaires de *Discohelix* (*Solarium*) *Martiniana* d'Orb. sp., de *Scalaria Dupiniana* d'Orb. et de *Natica gaultina* d'Orb.

Les Céphalopodes comportent 60 espèces. Celles qui sont le mieux représentées comme nombre d'individus sont:

Desmoceras [2] *latidorsatum* Mich. sp.;
Cleoniceras [2] *Beudanti* Brongn. sp.;
Hoplites dentatus Sow. sp.;
— *Benettiæ* Sow. sp.;
Acanthoceras Lyelli Desh. *in* Leym. sp.;
Acanthoceras pseudo-Lyelli Par. et Bon.;
Douvilleiceras mammillatum Schl. sp.

1. Elles doivent provenir du Cénomanien qui existe, au voisinage, dans la localité où elles ont été recueillies.

2. Nous suivons l'exemple de M. de Grossouvre en adoptant la dénomination générique de *Desmoceras* pour les Desmoceratinés voisins de l'*Ammonites latidorsatus* Mich. Nous croyons à l'utilité de constituer des groupes homogènes, composés d'espèces voisines bien définies. Au même point de vue, nous adoptons le genre *Cleoniceras*, créé par MM. Parona et Bonarelli pour les espèces voisines de l'*Ammonites Cleon* d'Orb., tout en observant que le choix du nom spécifique de cette Ammonite pour la formation du nom générique du groupe n'est pas très heureux, car il existe encore bien des doutes au sujet de cette espèce. Il semble qu'il eût été préférable de prendre comme chef de groupe l'*Amm. Beudanti* Brongn., et de désigner le nouveau genre du nom de *Beudanticeras*. L'*Amm. Beudanti* est une espèce bien connue, et au sujet de laquelle tous les auteurs sont d'accord. En outre, on conserverait ainsi le souvenir du groupe établi par M. von Zittel.

Gen. *Cleoniceras*. Voir PARONA et BONARELLI, *op. cit.*, p. 85.

Amm. Cleon d'Orb. Voir CH. SARASIN, *in* Quelques considérations sur les genres *Hoplites*, *Sonneratia*, *Desmoceras et Puzosia*. *B. S. G. F.*, (3), XXV, 1897, p. 760, *loc. cit.* p. 789.

Parmi les échantillons étudiés, nous avons trouvé une forme de *Desmoceras* voisine de *Desm. latidorsatum* Mich. sp., mais que nous croyons nécessaire de distinguer de cette espèce. Elle s'en rapproche par l'étroitesse de l'ombilic, et elle en diffère par l'aplatissement des flancs et la hauteur relative des tours.

Nous avons eu aussi la bonne fortune de rencontrer un exemplaire de *Falloticeras*, voisin de *Fall. Proteus* d'Orb. sp., décrit par MM. Parona et Bonarelli[1]. Il se distingue de l'espèce figurée par ces auteurs, en ce que la partie du dernier tour, voisine de l'ouverture, n'est pas aplatie sur le pourtour externe, en ce que la carène, quoique diminuant de relief, est sensible jusqu'à l'extrémité du dernier tour, et, par la configuration des cloisons dont les selles sont plus étroites et les lobes moins élargis à leur base que ne l'indique le dessin donné dans la *Paleontologia Italica*. Nous avons vérifié également que la partie des tours internes, recouverte par le dernier tour, était pourvue de légères côtes, bien visibles, s'arrêtant à la carène.

Nous signalerons encore l'existence d'une forme de *Rhynchoteuthis* qui semble nouvelle, et de plusieurs espèces de Poissons (Squalidés) représentées par leurs dents.

MM. Parona et Bonarelli ont donné, dans leur intéressant Mémoire, une liste[2] comprenant les espèces étudiées par eux, et celles qui, dans les travaux antérieurs de d'Orbigny, Quenstedt, Pictet et Campiche, Fallot, etc., ont été citées comme ayant été trouvées dans la même région.

En comparant cette liste avec celle qui représente le fruit des recherches de M. Guébhard, on remarque que la faune albienne de la partie septentrionale du bassin méditerranéen doit être augmentée des huit Echinides suivants :

Typocidaris vesiculosa Goldf. (*Cidarites*).
Discoides rotulus Brongn. (*Nucleolites*).
Conulus nuculus A. Gras. (*Galerites*).
— *mixtus* Defr. (*Galerites*).
Pygaulus cfr. *ovatus* Ag.
— *Renevieri* Des.
Tylocidaris Sorigneti Des. (*Cidaris*).
Cardiopalta Moussoni Des. (*Collyrites*).

de six Ammonitidés, dont deux formes nouvelles,

1. *Loc. cit.*, p. 89 ; pl. XII (3), fig. 1 *a-d*.
2. *Loc. cit.*, p. 56-61, portant les noms de 158 espèces.

Gaudryceras Agassizi Pict. sp.
— n. sp. ind.
Desmoceras n. sp.
Schlænbachia Bouchardi d'Orb. sp.
Hoplites tardefurcatus Leym. sp.
Douvilleiceras cfr. *nodosocostatum* d'Orb. sp.

et enfin de la série des Céphalopodes déroulés, ci-dessous :

Anisoceras pseudo-elegans Pict. et Camp.
— *alternatum* Mant. sp.
Hamites Raulini d'Orb.
— *Moreanus* Buv.
— *punctatus* d'Orb.
— *elegans* Quenst. (*non* d'Orb.)
— *Charpentieri* Pict.
— *rotundus* Sow.
Ptychoceras cfr. *gaultinus* Pict.
Helicoceras Astieri Par. et Bon. (*non* d'Orb.).

Nous donnons ci-après la liste des Echinides et des Céphalopodes de l'étage albien, recueillis par M. le Dr Guébhard. Elle ne comporte que l'indication des noms spécifiques et celles des localités qui ont fourni les échantillons. Nous réservons pour un travail ultérieur la description des particularités qu'ils ont présentées et les remarques que nous avons faites au cours de notre étude.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Broves (Var)	La Tuilière de Mons	Mons (Var)	L'Aubarède de Mons	Esclapon	Clars	Collette de Clars	Escragnolles	Saint-Vallier-de-Thiey	Vence	Eze-sur-Mer	Laghet	Escarène, chapelle St-Laurent	Gourmes	Caussols
Echinoidea															
Cidaris sp. ind.										+					
Typocidaris vesiculosa Goldf. (*Cidarites*)								+	+[1]					+	
Peltastes Studeri Ag. (*Salenia*)									+						
Diplopodia Brongniarti Ag. (*Tetragramma*)															?
Polydiadema Rhodani Ag. (*Diadema*)							+								
Discoides conicus Des.						+		+	+	+		+			
— *rotulus* Brongn. (*Nucleolites*)				+			+								
Conulus castaneus Ag. (*Galeriles*)								+	+	+		+		+	
— *mixtus* Defr. (*Galerites*)								+	+	+					
— *nuculus* A. Gras. (*Nucleolites*)										+					
Pygaulus cf. *ovatus* Ag.									+						
— *Renevieri* Des.										+[2]					
Catopygus cylindricus Des.								+		+					
Holaster sp. ind.									+	+					
— *lævis* Brongn. (*Spatangus*)						+		+	+	+					
— *Perezi* Sism. E.	+			+		+	+	+	+						
Epiaster sp. ind.										+					
— *trigonalis* Des. (*Micraster*)								+	+	+					
— cfr. *trigonalis* Des. (*Micraster*)								+							
Toxaster Ricordeaui d'Orb (*Hemiaster*)									+						
Hemiaster minimus Ag. (*Micraster*)						+		+	+						
— *minimus* ? Ag. (*Micraster*)								+							
Tylocidaris Sorigneti Des. (*Cidaris*)								+	+[1]						
Cardiopalta Moussoni Des. (*Collyrites*)									+[3]						
Cephalopoda															
Nautilus cfr. *radiatus* Sow.									+						
— cfr. (= *radiatus* Sharpe)							+		+						
— cfr. *albensis* d'Orb.							+	+							
— *Clementi* d'Orb.									+						
— cfr. *Clementi* d'Orb.						+			+						
— *Bouchardi* d'Orb.									+						
— sp. ind.									+						

1. Quartier Sainte-Anne. — 2. Quartier des Pountaoutchoun. — 3. Quartier de la Ferraye.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Broves (Var)	La Tuilière de Mons	Mons (Var)	L'Aubarède de Mons	Esclapon	Clars	Collette de Clars	Escragnolles	Saint-Vallier-de-Thiey	Vence	Eze-sur-Mer	Laghet	Escarène, chapelle St-Laurent	Courmes	Caussols
Gaudryceras Agassizi Pict. sp.							+								
— n. sp. ind.												+			
Tetragonites Timothei May. *in* d'Orb. sp.							+								
Pictetia Astieri d'Orb. sp.						+									
Anisoceras pseudoelegans Pict. et Camp.					?	+									
— *alternatum* Mant. sp.						+	+								
Hamites Raulini d'Orb.				+											
— *Moreanus* Buv.						+									
— *punctatus* d'Orb.					?		+								
— *elegans* Quenst. (*non* d'Orb.)					?	+	+		+						
— *Sablieri* d'Orb.						+									
— *maximus* Sow.						+	+								
— cfr. *maximus* Sow.	+						+		+						
— cfr. *Charpentieri* Pict.					?	+							+		
— *rotundus* Sow.					?		+								
Ptychoceras cfr. *gaultinus* Pict.							+								
Turrilites catenatus d'Orb.						+	+								
— *Mayori* d'Orb.						+	+								
— *Moutoni* d'Orb.								+							
— *Astieri* d'Orb.						+									
Helicoceras Astieri Par. et Bon. (*non* d'Orb.)						+									
Phylloceras Velledæ Mich. sp.	+														
— cfr *subalpinum* d'Orb. sp.				+		+									
— *ellipticum* Kossm.						+									
— cfr. *ellipticum* Kossm.						+									
— sp. ind.						+									
Desmoceras latidorsatum Mich. sp.		+				+	+	+	+		+	+			
— cfr. *latidorsatum* Mich. sp.				+									+		
— n. sp.						+	+		+						
— *Quenstedti* Par. et Bon.						+									
— *quercifolium* d'Orb.				+		+	+	+	+						
— cfr. *quercifolium* d'Orb											+				
Puzosia cfr. *Mayori* d'Orb. sp.			+												
— *Dupini* d'Orb. sp.									+			+			
Cleoniceras Beudanti Brongn. sp.		+	+	+		+	+	+	+			+			
Schloenbachia cristata Deluc sp.									+						
— cfr. *cristata* Deluc sp.						+									
— *Royssi* d'Orb. sp				+	?	+	+	+	+						

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	Brovès (Var)	La Tuillière de Mons	Mons (Var)	L'Aubarède de Mons	Esclapon	Clars	Collette de Clars	Escragnolles	Saint-Vallier-de-Thiey	Vence	Eze-sur-Mer	Laghet	Escarène, chapelle St-Laurent	Courmes	Cauvade
Schloenbachia Bouchardi d'Orb. sp.						+									
— *Delaruei* d'Orb. sp.					?	+		+							
— *varicosa* Sow. sp.				+			+								
— *Senequieri* d'Orb. sp.						+	+								
Falloticeras Proteus (d'Orb. sp.) Par. et Bon.						+									
Hoplites dentatus Sow. sp.			+		?	+		+							
— *Benettiæ* Sow. sp.						+		+							
— cfr. *Engersi* Rouill. *in* Nik								+							
— *denarius* Sow. sp.						+									
— *tardefurcatus* Leym. sp.									+						
— sp. ind.												+			
Parahoplites Milleti d'Orb. sp.												+			
— *versicostatus* ? Mich. sp.						+									
Acanthoceras Lyelli Desh. *in* Leym. sp.					?	+	+	+	+		+				
— *pseudo-Lyelli* Par et Bon.	+					+			+		+				
— *hirsutum* Par. et Bon.	+				?		+	+	+						
— *Camattei* d'Orb. sp.					?		+								
Douvilleiceras mammillatum Schloth. sp.	+				?	+	+	+	+			+			
— *inæquinodum* Par. et Bon.					?				+				+		
— cf. *nodosocostatum* d'Orb. sp.						+			+						
Belemnites minimus List.						+									
— *Listeri* Mant.						+									
— sp. ind.						+						+			
Rhynchoteuthis n. sp.[1]															
Vertebrata (Pisces)															
Lamnidæ															
Lamna appendiculosa Ag. sp.												+			
Scapanorhyncus ? *subulatus* Ag sp.						+									+

1. Localité inconnue.

NOTE

SUR DEUX

ECHINIDES NOUVEAUX DE LA MOLASSE BURDIGALIENNE DITE DE VENCE (ALPES-MARITIMES)

par MM. **LAMBERT** et **SAVIN**

PLANCHE LIX

BRISSOIDES OPPENHEIMI Lambert et Savin, *nov. sp.*

Planche LIX, fig. 6 à 10.

Petite espèce (longueur 31 millim., larg. 24, haut. 10 millim.) allongée, déprimée, ayant, par suite de la saillie postérieure du plastron, sa plus grande hauteur au-dessus du périprocte, arrondie en avant, rétrécie en arrière ; face supérieure peu élevée, un peu déclive avec bords assez épais ; face inférieure convexe en arrière, plane en avant ; face postérieure à peu près nulle, occupée par le périprocte. Sillon antérieur nul ; apex et péristome excentrique, en avant.

Pétales ambulacraires peu développés, droits, assez larges, fermés, les postérieurs plus longs que les autres, avec pores espacés, faiblement inégaux, tous un peu atrophiés au voisinage de l'apex, comme ceux des *Sarsella*, mais sans trace de fasciole interne. L'atrophie des pores est plus sensible et s'étend fort loin dans les branches antérieures des ambulacraires II et IV. Ambulacres impairs très étroits, composés de pores microscopiques très rapprochés ; zones interporifères, larges, dépourvues de gros tubercules. Plastron étroit, étranglé en avant avec zones périplastronales paraissant lisses. Péristome mal conservé ; périprocte arrondi au sommet de la face supérieure. Tubercules scrobiculés peu nombreux, limités par le fasciole péripétale.

Rapports et différences. — Cette espèce ressemble un peu au *B. minutus* Airaghi (*Euspatangus*) du Tongrien de Sassello, d'ailleurs sensiblement différent du type de Laube, mais elle en diffère par sa forme plus régulièrement ovale et ses ambulacres moins développés. *B. priabonensis* Oppenheim (*Euspatangus*), est plus élargi en avant et moins régulièrement ovale ; son fasciole descend aussi bien plus bas sur les flancs et en avant. *B. navicella*

Agassiz (*Eupatagus*), encore de l'Eocène, est aussi moins ovale, mais plus allongé, avec apex moins excentrique en avant.

En résumé *B. Oppenheimi* nous paraît impossible à confondre avec aucun de ses congénères actuellement connus.

Localité. — Cette espèce a été recueillie par M. Guébhard dans la Mollasse dite de Vence, à Gattières (A.-M.), à l'E. du château (ruiné) de la Gaude, en dessous du km. 192 du chemin de fer du Sud.

Collection Lambert.

Martia Guebhardi Lambert et Savin *nov. sp.*

Planche LIX, fig. 1 à 5.

Espèce de taille moyenne, cordiforme, légèrement échancrée en avant, assez fortement rétrécie dans la partie postérieure, ayant sa plus grande largeur à la hauteur du sommet apical. Face supérieure peu élevée, uniformément bombée, un peu carénée dans la partie comprise entre le sommet ambulacraire et la face postérieure. Face inférieure presque plane avec plastron saillant. Sillon antérieur faiblement marqué. Ambulacre impair très étroit composé de pores ronds microscopiques, si rapprochés dans chaque paire qu'ils semblent se confondre. Ambulacres pairs effilés, à fleur du test, à peine ouverts à leurs extrémités, inégaux, les antérieurs subflexueux, très divergents, les postérieurs plus droits et plus longs. Zones porifères antérieures à fleur du test, les autres légèrement déprimées, les unes et les autres composées de pores ovales, inégaux, les externes un peu plus allongés que les autres, conjugués, disposés par paires transverses, que sépare une petite côte paraissant granuleuse, au nombre de 12 à 13 dans les zones antérieures et de 15 à 16 dans les postérieures; les pores deviennent plus petits et s'atrophient visiblement au voisinage de l'apex dans la branche antérieure des ambulacres latéraux en avant. Zone interporifère assez large mais dépourvue de tubercules scrobiculés. Petits tubercules inégaux, épars, se montrant de préférence sur les bords du sillon antérieur et surtout à la face inférieure. Gros tubercules assez abondants, perforés, crénelés, fortement scrobiculés, serrés, à scrobicules tangents et même confluents et occupant à la face supérieure les interambulacres antérieurs et latéraux, plus abondants dans ces derniers, nuls dans l'interambulacre impair; granulation intermédiaire fine, délicate et abondante. Péristome semi-lunaire, excentrique en avant, d'ailleurs incomplètement conservé, avec zones lisses qui l'entourent aussi bien en avant qu'en arrière. Périprocte assez grand, transversal, s'ou-

vrant au sommet et dans une légère dépression de la face postérieure. Apex non distinct. Fasciole sous-anal peu visible. Plastron très étroit, étranglé en avant, tuberculeux seulement en arrière, envahi en avant par une sorte d'encroûtement du test qui laisse seulement apparaître quelques rares tubercules atrophiés et s'étend sur les zones périplastronales. Cet encroûtement forme encore les deux protubérances lisses en avant du péristome.

L = 36 millim. ; l = 34 millim. ; H = 13 à 14 millim.
Largeur à la partie postérieure = 15 millim.

Rapports et différences. — Parmi les espèces voisines qui peuvent être comparées avec la nôtre on peut citer l'espèce de Malte figurée par Wright comme *Spatangus delphinus* Defrance et qui n'est ni un *Spatangus* ni un *Maretia* ; elle se distingue d'ailleurs de celle de Vence par son apex plus central, son test plus renflé, plus rostré et obliquement rentrant en arrière, surtout par ses pétales presque régulièrement ovales, avec pores non oblitérés dans les ambulacres pairs antérieurs. Cette disposition conduit à penser que l'Oursin de Malte serait plutôt un *Brissoides* qu'un *Maretia*. — *Maretia Hoffmanni* Goldfuss (*Spatangus*), bien connu de l'Oligocène de Bünde, diffère de celui de Vence par sa forme moins acuminée en arrière, son apex plus excentrique en avant, ses gros tubercules scrobiculés, à taille égales, beaucoup moins nombreux et dont les scrobicules ne sont jamais confluents. — *Maretia Martinsi* Ebert, du même horizon, est aussi plus large, plus déclive en arrière que notre espèce. La disposition des tubercules chez *Maretia Guebhardi* suffit d'ailleurs pour la distinguer de beaucoup de ses congénères et la rapprocher de *M. ocellata* Defrance (*Spatangus*), à scrobicules souvent tangents, même confluents ; mais ce dernier nous paraît avoir ses pétales plus développés, ses tubercules scrobiculés plus nombreux, en séries chevronnées plus distinctes ; sa forme est aussi moins rétrécie et non acuminée en arrière, moins déclive en avant, et son sillon antérieur moins superficiel en dessus est plus profond à l'ambitus.

Les espèces connues de l'Eocène ne sauraient davantage être confondues avec celle de Vence. Ainsi *Maretia Savini* Cotteau est très différent de tous ses congénères. — *Maretia grignonensis* Desmarets (*Spatangus*), qui s'en rapproche par sa forme générale, a son sillon plus profond, ses ambulacres pairs très légèrement déprimés, des tubercules scrobiculés plus espacés et un plastron plus tuberculeux. — *M. aragonensis* Cotteau est impossible à confondre, disait Cotteau, avec les autres *Maretia*

connus, mais par l'excellente raison que c'est un *Hypospatangus*; aussi Cotteau n'a-t-il pu y découvrir un fasciole sous-anal qui n'existe pas.

Maretia Guebhardi appartient à la section *Hemipatagus* que Cotteau considérait avec raison comme distincte des vrais *Maretia*, (Echin. nouv. ou peu connus, 1re p., p. 215, 1878) et qui s'en distingue par sa forme moins ovalaire, avec sillon antérieur plus apparent, fasciole en anneau bilobé et tubercules à ampoules internes comme ceux de *Lovenia*. *Lovenia Lorioli* Cotteau, de la Molasse de la Drôme, sans fasciole interne, n'est ni un *Lovenia*, ni un *Sarsella* mais un véritable *Hemipatagus* distinct de notre *Maretia*, *Guebhardi* par sa petite taille et ses tubercules scrobiculés, plus petits, plus rares et plus espacés.

Localité. — Gattières (Alpes-Maritimes). Tranchée du chemin de fer du Sud km. 191,9, sous le château ruiné de la Gaude. Burdigalien.

Collection Savin (Docteur Guébhard).

EXPLICATION DE LA PLANCHE LIX

Fig. 1. — *Maretia Guebhardi* de grandeur naturelle vu en dessus.
Fig. 2. — Le même vu en dessous.
Fig. 3. — Le même vu de profil.
Fig. 4. — Le même vu par derrière.
Fig 5. — Partie apicale du même, grossie de 3 diamètres, montrant la disposition des ambulacres et des tubercules.
Fig. 6. — *Brissoides Oppenheimi* vu en dessus, de grandeur naturelle.
Fig. 7. — Le même vu en dessous.
Fig. 8. — Le même vu de profil.
Fig. 9. — Le même vu par derrière.
Fig. 10. — Partie apicale et antéro-latérale du même, grossie de 3 diamètres pour montrer la disposition des pétales et des tubercules.

SUR L'AGE DES LABRADORITES DE BIOT

par MM. Ch. DEPÉRET et A. GUÉBHARD

I. Exposé préliminaire

Une des questions qui occupèrent la Réunion extraordinaire de 1877, aux environs de Nice, fut celle de l'âge des *Labradorites de Biot*, ou plutôt des *Labradorites des Alpes-Maritimes*, toutes considérées alors, sans discussion, commme identiques de nature et d'âge.

L'étude microscopique de ces roches dont M. L. Gentil a bien voulu se charger et qui portera sur *tous* les pointements connus, dira ce qu'il faut penser de l'identification pétrographique [1]. Mais, dans tous les cas, les conclusions stratigraphiques de la présente Note montreront qu'il y a lieu de distinguer, sur la rive gauche du Var, au moins deux époques d'éruption, l'une un peu antérieure aux premiers dépôts du Miocène dans la région, l'autre remontant au plus à l'extrême fin de cette période géologique. La première se manifeste à la gare de Vence et aux environs de Tourrettes-sur-Loup, dans des conditions d'évidence impossibles à méconnaître. Aussi avons-nous strictement limité cette étude à l'épanchement des environs de Biot — le plus étendu d'ailleurs de tous — sur l'âge duquel nous pouvons apporter quelques résultats nouveaux et, nous en avons l'espoir, tout à fait décisifs.

Pour délimiter la part de collaboration qui revient à chacun des auteurs de cette Note, nous dirons que l'un d'eux (M. A. Guébhard) a eu la bonne fortune de découvrir, immédiatement au dessous de la nappe labradoritique et jusque dans des *cinérites* dépendant de cette nappe, une faunule de Mollusques d'eau douce accompagnés d'empreintes végétales ; puis, un peu plus bas, dans des argiles marines, quelques Foraminifères d'abord, et à force de recherches, quelques Mollusques déterminables. L'étude de ces documents, faite par le deuxième auteur (M. Depéret) a permis, en précisant l'âge au plus miocène de ces fossiles, d'établir un point de repère des plus nets pour la *limite inférieure* de ces éruptions ; tandis que la *limite supérieure* s'est trouvée, d'autre part fixée, par des

1. Des circonstances imprévues ont empêché M. L. Gentil d'achever jusqu'ici l'étude promise.

récoltes de fossiles marins pliocènes, faites sur les points mêmes qui avaient servi d'arguments aux géologues de 1877, dans leur litige, demeuré si longtemps en suspens. C'est donc au premier que reviendra la tâche d'exposer, après un historique rétrospectif, les observations locales stratigraphiques, qui ont été le point de départ de cette étude ; tandis que le second traitera la partie paléontologique, avec les conclusions générales qui s'en dégagent.

II. Historique

Coquand, qui était, avec Potier, de tous les géologues de la Réunion de 1877, celui qui avait étudié la région de plus près, avait d'abord adopté dès 1849, et avec raison, l'âge miocène des Labradorites [1]. Mais vingt-quatre ans plus tard, à la suite de la découverte qu'il fit, en 1873, parmi les silex mélinites du bois de la Garde, d'une opale contenant une Nummulite, il fut amené à modifier malencontreusement sa première opinion et à ne voir dans la nappe de Biot qu'un « second horizon de Nummulites, qui doit être incorporé dans la formation Eocène [2]. »

En vain avait-il lui-même constaté que « les conglomérats trachytiques » reposent « d'une manière transgressive [3] » sur les calcaires à *Orbitoides sella*. C'était seulement pour les détacher de ces calcaires, considérés comme *Suessonien*, et pour rapporter les conglomérats trachytiques à l'âge du Calcaire grossier (*Lutétien*).

En vain Potier faisait-il observer que les Nummulites pouvaient avoir été arrachées à une roche plus ancienne par l'éruption, puisque « on voit au voisinage des filons de trachytes, des veinules d'opale imprégnant complètement les grès nummulitiques, et pouvant, par suite, renfermer des Nummulites ». En vain Hébert faisait-il également des réserves : « Le conglomérat [4], disait il, renferme beaucoup de cailloux nummulitiques, ce qui annonce une discordance profonde entre les deux terrains ».

Coquand se trouvait, d'autre part, confirmé dans son opinion par

1. H. Coquand. Description de l'étage garumnien et des terrains tertiaires des environs de Biot et d'Antibes (Alpes-Maritimes). *B. S. G. F.*, (3), I, p. 188 (1873).

2. H. Coquand. Observations sur la Course de Biot. *B. S. G. F.*, (3), V, 1877, p. 774. Réun. extr., p. 40.

3. On verra plus loin tout ce qu'il faut en outre intercaler entre les deux formations.

4. Quoique M. Guébhard n'ait pas eu l'occasion de vérifier le gisement précis des opales de Coquand, il ne lui semble pas que l'expression employée par Hébert puisse s'appliquer aux vrais conglomérats labradoritiques, mais seulement aux *Poudingues supérieurs* de la région, où se trouvent mélangés, avec des galets éruptifs, ceux des terrains sédimentaires inférieurs.

l'assimilation erronée qu'il faisait de la mollasse de Vence, qui est burdigalienne, avec la mollasse de Biot, très différente, et à fossiles pliocènes. Cette dernière recouvre nettement la nappe éruptive, dont elle contient des fragments enclavés, comme on peut le voir aisément au nord du village, derrière la vieille fontaine.

Coquand fondait principalement son opinion de l'âge miocène de la mollasse de Biot, sur l'existence, dans cette mollasse, de Clypéastres et de Pectinidés, qu'il croyait être les mêmes que ceux de Vence. « Dans le jardin de M. Gras, précisait-il, on observe les *Clypeaster altus* et *scutella* et une foule de *Pecten* [1]... ». Or, deux journées entières consacrées à l'exploration de ce point précis de la falaise mollassique, nous ont bien fourni une quantité de *Pecten* d'espèces pliocènes, mais pas un qui ressemble à ceux de Vence et pas la moindre trace d'Echinides. On sait d'ailleurs, ainsi que le fit déjà remarquer Hébert, que le Pliocène d'Italie et d'autres contrées, contient de grands Clypéastres. Cette impression de l'âge pliocène de la mollasse de Biot fut celle de tous les géologues de 1877, et de Tournouër [2] en particulier. « La discordance est manifeste, ajoutait Potier [3], à Villeneuve-Loubet, entre les conglomérats trachytiques d'une part, et les marnes bleues et les poudingues (pliocènes) qui les surmontent, de l'autre. On sait du reste qu'au nord de Biot, près de Tourrettes, sur la route de Grasse à Vence, la molasse marine renferme des blocs d'une roche éruptive identique ».

Et, partant de cette *identité*, lorsqu'il fallut, pour la publication de la Feuille d'Antibes, préciser les impressions, demeurées, somme toute, encore un peu flottantes, de la réunion de 1877, Potier écrivit dans la Notice explicative : « On trouve dans la molasse près de Vence et dans les poudingues rapportés à l'Eocène supérieur, au nord de l'Estéron, des roches identiques, ce qui fixe avec une assez grande précision l'âge de ces éruptions ». Conclusion parfaitement logique pour l'époque, et qui serait demeurée vraisemblable, au moins pour celles de ces roches qui sont incluses dans les poudingues de base de la Mollasse, si d'autre part les poudingues du Nord de l'Estéron ne semblaient destinés à partager

1. *Loc. cit. B. S. G. F.*, (3), I, 1873, p. 190.

2. Tournouër. Notes paléontologiques sur quelques uns des terrains tertiaires observés dans la Réunion extraordinaire de la Société géologique à Fréjus et à Nice. *B. S. G. F.*, (3), V, 1877, p. 850. Réun. extr., p. 116.

3. A. Potier. Compte-rendu de la Course de Biot, *B. S. G. F.*, (3), V, 1877, p. 772. Réun. extr., p. 38. Voir aussi, du même : Sur la Molasse de Biot, *B. S. G. F.*, (3), V, 1877, p. 815. Réun. extr., p. 81.

le sort de ceux du Sud et à devenir miocènes supérieurs, grâce à diverses découvertes de fossiles recueillis et étudiés par les auteurs de la présente Note [1]. Ceci laisse place, même pour les éruptions les plus anciennes des environs de Vence-Tourrettes, à la possibilité d'un rajeunissement, au moins jusque très près du début du Burdigalien. L'observation, faite par l'un de nous, de quelques fossiles englobés dans la roche sableuse du grand pointement à l'est de Tourrettes-sur-Loup permettra, si elle peut être complétée, de résoudre peut-être la question encore pendante de l'âge précis de ces éruptions ante-miocènes.

Mais cette question doit demeurer totalement indépendante de celle de l'âge des Labradorites de Biot, que la présente étude est destinée à montrer comme datant indiscutablement, tout au plus, de la fin et non du milieu du Miocène.

III. Observations stratigraphiques

Coquand, tout en rattachant les Labradorites, comme deuxième étage éocène, au Nummulitique sous-jacent, les en séparait cependant par une discordance sur laquelle il insiste à diverses reprises. Potier, d'autre part, dans la Notice de la Feuille d'Antibes, définit le niveau labradoritique comme « une roche qui perce les deux dernières assises tertiaires et forme aussi des conglomérats bien stratifiés reposant sur ces assises en *stratification concordante* ». Ces deux opinions, en apparence contradictoires, peuvent se concilier jusqu'à un certain point.

En effet, dans la plus grande partie de son immense étendue, la nappe de Biot, qui repose, suivant les points, tantôt sur le Nummulitique, tantôt sur le Jurassique, épouse complètement l'allure des couches sous-jacentes. Aussi, l'un de nous, frappé de l'alignement suivant des lignes synclinales, du très grand nombre de petites taches labradoritiques qu'il avait relevées entre Antibes et Roquefort-sur-Loup, s'était-il demandé [2] si ce n'était pas à la formation même de la gerbe de plis convergeant vers le centre de l'émission labradoritique, qu'était dû l'alignement des fissures ayant apparemment servi de cheminées d'éjection. M. de Lapparent fit judicieusement observer qu'on expliquerait aussi bien le fait en

1. A. Guébhard. Sur le bassin lacustre de La Roque Esclapon (Var), *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 326. — Sur quelques gisements nouveaux de plantes tertiaires en Provence, *Ibid.* p. 914. — Deux lambeaux de Miocène lacustre sur la rive gauche de la Siagne. *Id.* (4), I, 1901, p. 539.

2. A. Guébhard, Sur la stratigraphie des Labradorites du S.-O. des Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 468.

considérant ces lambeaux isolés comme des fragments, seuls respectés par l'érosion, d'anciennes nappes qui auraient participé à toutes les dislocations ultérieures de la région. Et comme, en effet, il n'existe, au voisinage de ces taches, ressemblant plutôt par leurs dimensions, à des poches qu'à des dykes, ni trace de métamorphisme de contact, ni aucune apparence de cheminée d'éruption, l'auteur s'empressa d'adhérer à cette explication si naturelle de l'identité remarquable d'allure stratigraphique que présentaient des couches, les unes sédimentaires, les autres éruptives, ayant été affectées, à l'état de superposition *presque concordante* par d'identiques phénomènes de plissement.

En réalité, la concordance parfaite n'existe presque nulle part et la discordance originelle est, par places, encore plus accentuée que ne le supposait Coquand (Voir fig. 2, p. 894). Nous avons en effet découvert localement entre le Nummulitique et la nappe éruptive, toute une série de dépôts, marins à la base, puis d'eau douce en s'élevant, et passant insensiblement, par des bancs cinéritiques et ligniteux, aux produits mêmes du début de l'éruption. C'est à la faune marine et lacustre heureusement conservée dans ces bancs, que nous devons de pouvoir rouvrir aujourd'hui l'ancien débat de l'âge des Labradorites de Biot ; aussi est-il nécessaire de décrire le gisement dans tous ses détails.

Gisement du Vallon de St-Julien. — En quittant Biot par la route de Grasse, et bifurquant à droite de la chapelle Notre-Dame, on ne tarde pas à longer le flanc d'un petit dôme portlandien, qui s'abaisse bientôt et disparaît sous les grasses argiles à Foraminifères miocènes de la propriété Carbonel, dont l'aimable propriétaire sait pratiquer à l'égard des géologues la plus libérale des hospitalités. Un peu plus loin, on aperçoit, au sommet d'un cap ruiniforme que dessine la nappe labradoritique, la vieille chapelle de St-Julien dominant le coude que fait la route vers l'ouest pour se diriger vers les anciennes carrières du haut quartier des Issards [1]. Si nous quittons la route à son coude, et si nous prenons à droite le sentier semé de débris labradoritiques, qui descend au vallon de St-Julien, nous serons frappés de voir affleurer au fond de ce vallon des argiles gris-verdâtre, dures et compactes, toutes craquelées, très différentes d'aspect, soit des argiles pliocènes exploitées par les

1. On exploitait en ce point, à ciel ouvert, des bancs homogènes de grès tendre labradoritique qui fournissaient des parois réfractaires aux grands fours où se cuisaient d'énormes *jarres* en argile plaisancienne. Cette spécialité locale est bien déchue, depuis que l'ouverture du canal de Suez et la rapidité de la navigation ont rendu superflu un mode d'emballage autrefois très usité.

jarreries, soit des marnes blanches à *Orbitoides sella*, qui, plus au nord, dans le bassin du Mardaric, supportent la nappe éruptive.

De longues recherches infructueuses avaient fait croire ces argiles tout à fait stériles, lorsqu'un jour se montra, dans le lit à sec du ravin, une section de coquille, puis une *Terebratulina* entière, voisine à la fois de *T. caput-serpentis* Lam. des marnes blanches astiennes du Fort-Carré d'Antibes[1] et de *T. tenuistriata* Leym. des argiles priaboniennes, qui se rencontre en un point très localisé, à l'ouest de la ferme de la Vanade, sous les labradorites, sur le territoire de Villeneuve-Loubet. Finalement, à la suite de la découverte de plusieurs autres spécimens, cette Térébratuline a pu être rapportée avec certitude à la première de ces deux espèces, comme variété à côtes moins fines et moins nombreuses.

D'autre part, la constatation de quelques traces charbonneuses, au sein de cette argile marine, et de bois silicié, comme avait signalé Chambrun de Rosemont, avait éveillé l'attention du chercheur, qui, de proche en proche, finit par découvrir, en haut d'un petit ravin latéral de la rive droite, premier affluent au dessous du barrage de chute du vallon principal, bien entre les deux branches de la fourche supérieure du ruisselet (parcelle 83 du cadastre de Biot, quartier St-Julien) des blocs effrités de marne compacte montrant des empreintes bien reconnaissables de feuilles et de tiges de plantes terrestres. Les belles espérances qu'avait fait naître cette trouvaille se sont trouvées malheureusement déçues : d'abord parce que M. L. Laurent, le jeune paléobotaniste de Marseille (que ses travaux sur la *Flore fossile de Célas* et son obligeance avaient désigné pour l'étude de divers autres gisements de plantes fossiles découverts par M. Guébhard[2]), ne reconnut, dans les empreintes de St-Julien, rien d'assez caractéristique pour fixer un âge précis[3] ; ensuite parce que des tentatives réitérées de recherche et d'exploitation de la couche fossilifère en place restèrent tout à fait infructueuses.

Par contre, ces diverses visites au gisement permirent d'observer, dans la branche nord du petit ravin, une coupe intéressante (la seule, du reste, de tout le vallon) et la succession précise des cou-

1. Beau gisement aujourd'hui totalement disparu sous les remblais d'une Place d'Armes.

2. A. Guébhard et L. Laurent. Sur quelques gisements nouveaux de plantes tertiaires en Provence. *A. F. A. S*, t. XXIX, 1900, p. 555-580.

3. Il n'y a guère de reconnaissables, à cause de la fragmentation de la roche, que de petites espèces : *Cinnamomum lanceolatum* Heer, *Myrica banksiæfolia* Ung. La figure 1 représente la seule empreinte un peu grande fournie par toutes nos recherches.

ches superposées à l'argile marine. Ce qui vaut mieux encore, plusieurs des blocs éboulés dans le torrent sous l'action des eaux, nous livrèrent des fossiles lacustres, les uns dans des couches ligniteuses (petits Bivalves), d'autres dans des couches gréseuses grossières, formées d'une agglomération de grains de quartz hyalin par un ciment cinéritique. Ces dernières couches étaient pétries de coquilles d'eau douce de petites dimensions et d'une extraction difficile à cause de la fragilité du test. En se chargeant à diverses reprises de gros blocs de la roche et en les débitant ensuite avec précaution, nous avons pu enfin réunir les éléments d'une faunule assez nette (voir partie paléontologique) pour donner une indication stratigraphique précise.

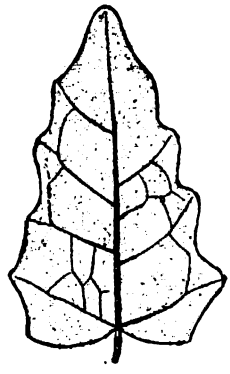


Fig. 1. — *Thomasia* sp. (3/4) (des cinérites de St-Julien de Biot, A.-M.)

Mais que nous étions loin des prévisions de Coquand ! A la place de ces Nummulites que seules il croyait possibles, puisque, disait-il, les Mollusques « devaient fuir une mer dans laquelle des éruptions volcaniques déversaient des matériaux de très grand volume et maintenaient une période d'agitation violente », nous avons affaire aux plus minces et aux plus ténues espèces d'eau douce, dont le test se trouve délicatement imprégné de la plus fine poussière volcanique !

Cependant, après que l'âge *miocène supérieur* de cette faune d'eau douce eut été établi par l'un de nous d'une manière presque certaine, ce fut à l'argile inférieure qu'il appartint de confirmer l'âge miocène de cet ensemble. Ce fut tout d'abord la découverte d'un petit Foraminifère, dans lequel M. Schlumberger reconnut aussitôt une espèce de *Cristellaria* du Miocène des environs de Vienne ; puis la trouvaille de quelques spécimens d'un Pectinidé du sous-genre *Amussium* (*A. duodecimlamellatu m* identique à une forme très abondante dans les marnes tortoniennes de Santa-Agata, dans le Tortonais. Stimulé par ce premier succès, l'explorateur ne tarda pas à compléter sa découverte par le tamisage de toute une riche faunule d'autres Foraminifères, accompagnés de Mollusques plus ou moins déterminables.

En même temps, le faciès de la roche rappelait à l'observateur le souvenir d'une argile sèche et compacte, analogue à celle de St-Julien, qu'il avait notée jadis sur ses minutes, sans pouvoir la rattacher à aucun autre terme stratigraphique connu de la

région. Il s'agit d'un affleurement situé, au fond du grand golfe pliocène de La Colle, à l'ouest du vallon de Font Fourane, au nord de la route de Grasse ; on voit là, en face de l'exploitation des argiles à ciment priaboniennes de St-Donnat, une autre exploitation d'argiles à ciment (carrière Philip), qu'il est impossible d'assimiler soit aux argiles éocènes d'en face, soit aux argiles pliocènes très fossilifères du voisinage. Une première visite à cette carrière avait permis d'y recueillir un Foraminifère pris d'abord pour une Amphistégine pliocène (en réalité, la même Cristellaire miocène qu'à St-Julien de Biot) et des Bivalves indéterminables. Stratigraphiquement, cette argile se montrait nettement intermédiaire entre l'Eocène et le Poudingue supérieur, déjà détaché de l'Eocène pour être remonté jusqu'au Pontien [1].

Dès que notre attention eut été attirée sur la possibilité d'un rapprochement entre cet argile et celle du ravin de St-Julien, tous nos soins furent employés à recueillir des fossiles à la carrière Philip et la récolte fut assez abondante, non seulement pour établir l'identité de la faune de Foraminifères des deux gisements, mais encore pour suppléer à la pauvreté de la faune de Mollusques du gisement de Biot, et ajouter un élément de plus à une démonstration lentement, mais systématiquement recherchée.

D'autres recherches, poursuivies surtout dans le but de compléter la flore cinéritique, ne purent s'étendre au delà du long vallon de St-Julien. L'exploration de tous les plateaux éruptifs entre Biot et Villeneuve-Loubet eut été beaucoup trop longue et nous aurait trop écarté de l'étude plus urgente de la Feuille de Nice. C'est donc à la seule coupe du vallon de St-Julien qu'il faudra se reporter, comme à un accident unique, et tout local, jusqu'ici, pour établir la succession des couches, qui est la suivante, de haut en bas :

7. Gros banc de conglomérat labradoritique.

6. Banc cinéritique (1 à 2 m.) avec fragments enclavés de labradorite ; empreintes de feuilles à la base.

5. Lit de cinérite argileuse, rempli d'empreintes rubanées de feuilles de Monocotylédones, ainsi que de tiges et de racines aplaties disposées obliquement, comme en place, à travers l'argile.

4. Mince lit ligniteux avec *Ancylus*, *Sphœrium* et autres bivalves (*Faune de Cucuron*).

3. Banc de 0,20 à 0,30 de grès argileux à grains de quartz hyalin, à ciment cinéritique ; nombreux fossiles d'eau douce (*Faune de Cucuron*).

2. Banc argilo-ligniteux à empreintes de feuilles empilées par petits groupes.

1. Grosse masse d'argile marine compacte à Foraminifères et faune de Mollusques, *tortonienne*.

1. *Loc. cit.*

Il n'a pas été possible d'estimer, dans cette coupe, l'épaisseur de la couche argilo-ligniteuse n° 2 ni de voir son extrême base ; mais il est certain qu'elle repose sur l'argile marine n° 1, qui, presque partout ailleurs, supporte directement la nappe éruptive. Si, en effet le dépôt lacustre du Miocène supérieur a une extension très limitée, en revanche l'argile marine se montre partout à partir de ce point, à la base de la masse labradoritique jusqu'au dessous de la chapelle St-Julien, d'où elle se prolonge dans la gorge que suit la route. Son épaisseur ne laisse pas que d'être assez forte, car un puits creusé par M. Carbonel près du contact de cette argile avec le dôme jurassique de Notre-Dame, l'a traversée sur plus de 3 mètres ; les déblais de ce puits ont fourni, soit dit en passant, une ample récolte de Foraminifères.

Sur la rive gauche du vallon, on voit l'argile marine disparaître de suite sous la table volcanique, puis, par une inflexion synclinale bien marquée, descendre jusqu'au lit même du vallon, comme on peut le voir un peu au-dessous du confluent du ravin le plus élevé de la rive droite (parcelle 111 du cadastre). A l'est, au contraire, la nappe labradoritique remonte en voûte anticlinale pour aller reposer directement sur le Nummulitique et constituer, derrière la bastide des Vignasses, sur la crête de la colline des Aspres, un ressaut, connu sous le nom de Lou Baou.

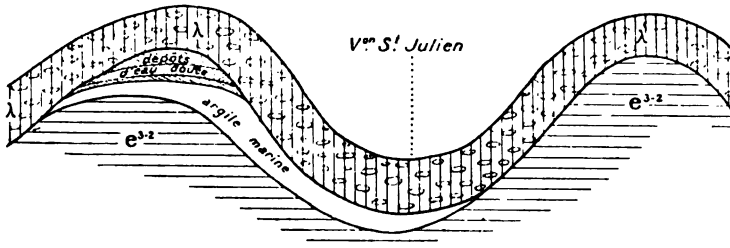


Fig. 2. — Coupe transversale schématique dans le haut du ravin St-Julien de Biot.

Plus en aval, le vallon de St-Julien, jusqu'à son confluent avec celui des Aspres, se détourne en plein Nummulitique, de sorte qu'une réapparition de l'argile miocène semble peu probable. Cependant, comme la labradorite reparaît tout à côté du village, auprès du cimetière, il y aura lieu de vérifier le fait d'une confusion possible d'un affleurement d'argile miocène avec l'argile pliocène du pied de la falaise de Biot. Peut-être une confusion de cette nature est-elle pour quelque chose dans la discussion de 1877 sur le point de savoir si l'argile passait sous la falaise de la soi-

disant molasse de Biot, comme le soutenait M. Potier, ou si elle avait été déposée après cette molasse, comme le voulait Coquand.

Ce qui est, dans tous les cas, hors de doute, c'est l'antériorité de la roche éruptive par rapport à la molasse grossière ou *panchina de Biot*, qui forme l'extrémité sud du promontoire du village.

De sorte qu'en résumé, l'âge de la nappe de labradorite de Biot, nettement limité vers le bas par les dépôts fossilifères du Tortonien marin et, plus strictement encore, par les couches d'eau douce pontiennes, avec cinérites intercalées, qui s'y rattachent[1], est également délimité vers le haut par la roche coquillière pliocène de Biot, qui a enrobé des fragments de la roche éruptive.

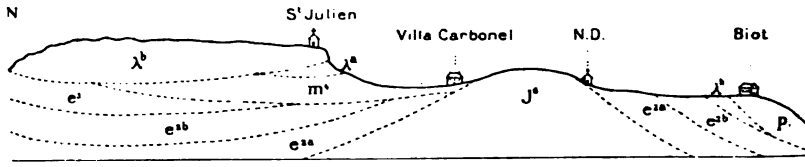


Fig. 3. — Coupe schématisée de Biot au Mardaric. — Échelle : 1/20 000.

J^6, Portlandien ; e^{2a}, Bartonien gréseux ; e^{2b}, Bartonien calcaire ; e^3, Priabonien argileux ; m^4, Argile à Foraminifères ; λ^a, Cinérites à faune d'eau douce ; λ^b, Conglomérat labradoritique ; p_1, Calcaire grossier dit Mollasse de Biot.

Le schéma ci-contre (fig. 3) indique cette position stratigraphique des Labradorites de Biot.

IV. Documents paléontologiques.

Les observations stratigraphiques qui précèdent indiquent d'elles-mêmes le plan de cette étude paléontologique des terrains, les uns inférieurs à la nappe des Labradorites de Biot, les autres postérieurs à ces épanchements.

1. — Terrains infra-labradoritiques.

On a vu plus haut que ces terrains comprennent deux termes :

1° Un *terme inférieur*, constitué par des argiles à faune marine.

2° Un *terme supérieur*, à éléments variés (argiles, grès, lignites, cinérites) et à faune d'eau douce.

1. M. L. Gentil a vérifié, sur des coupes minces, que l'argile pontienne est nettement cinéritique, tandis que l'argile marine sous-jacente ne montre aucune trace de produits éruptifs.

1° Argiles marines inférieures.

Les fossiles recueillis proviennent de deux gisements : le gisement des argiles dures du vallon de St-Julien, subordonné à la nappe éruptive, et le gisement synchronique des argiles à ciment, de la carrière Philip, au fond du golfe pliocène de La Colle. La faune, sensiblement la même dans les deux points, comprend les espèces suivantes :

Pecten (*Amussium*) *duodecimlamellatum* Bronn. — Ce petit Pecten lisse, à côtes internes, est assez abondant dans les deux gisements pour pouvoir en être regardé comme le fossile caractéristique. L'espèce est extrêmement commune en Italie dans les marnes tortoniennes où je l'ai rencontrée en innombrables exemplaires à Sta-Agata (Tortonais). M. Sacco la cite à la fin de l'Helvétien de Turin et de Serravalle, du Tortonien de Sta-Agata et de Stazzano et enfin du Plaisancien de l'Astésan, du Plaisantin et de Bordighera. En France, elle n'a jamais été trouvée dans le Pliocène.

Spondylus gæderopus L. — Une seule valve gauche, de 0,045 de hauteur, des argiles de la carrière Philip. L'espèce est à la fois miocène et pliocène ; mais par ses faibles dimensions, par ses côtes radiales peu saillantes, le sujet en question se rapproche déjà davantage des formes de l'Helvétien de Turin (var. *Deshayesi* Michelotti *in* Sacco, pl. 1, fig. 8-13) que des formes pliocènes de la même espèce.

Ostrea cochlear Poli. — Une seule valve creuse des argiles de St-Julien. L'espèce est à la fois miocène et pliocène dans le bassin du Rhône et en Italie.

Arca clathrata Defr. — Cette espèce est de beaucoup la forme la plus abondante dans les deux gisements. Le type de l'espèce de Defrance provient des faluns miocènes de Thorigné et St-Clément (Maine-et-Loire) ; elle est très répandue partout, dans le Miocène de Bordeaux, de Turin, du bassin de Vienne, on la retrouve, plus rare il est vrai, dans le Pliocène d'Italie (*sec.* Sacco). Fontannes a décrit, du Pliocène du bassin du Rhône, sous le nom de *Arca* (*Barbatia*) *acanthis* une forme de ce groupe, distincte du type miocène par sa carène aiguë et épineuse et quelques autres caractères ; le vrai *A. clathrata* ne se rencontre pas dans le Pliocène rhodanien.

Venus ovata Pennant. — Commune dans les argiles sous-labradoritiques de St-Julien. L'espèce n'a pas de signification stratigraphique précise : elle a une extension verticale très étendue depuis l'Aquitanien jusqu'à la faune actuelle.

Syndesmya sp.— Nombreux sujets de l'argile infra-labradoritique, du groupe à coquille ovale-allongée, telles que *S. apelina* Ren. du Miocène de Grund, ou *S. rhodanica* Font. du Pliocène rhodanien ; la détermination plus précise est impossible.

Tellina sp. — Un seul sujet de l'argile infra-labradoritique.

Terebratulina caput-serpentis L. — Un spécimen assez gros provient de l'argile de St-Julien et deux plus petits de la carrière Philip. Cette espèce possède une très grande longévité géologique, qui s'étend selon Davidson (*Geol. Magazine*, t. VII, 1870, p. 400) au moins depuis l'Oligocène (peut-être même l'Eocène) jusqu'à l'époque actuelle. Les sujets de l'argile miocène de Biot diffèrent cependant des spécimens du Pliocène d'Antibes par une costulation rayonnante sensiblement plus grossière qui pourrait, à la rigueur, permettre de les distinguer à titre de variété.

L'âge de cette faunule marine est par lui-même assez difficile à préciser, puisqu'aucune des espèces de la liste précédente n'est franchement caractéristique soit du Miocène, soit du Pliocène. On peut cependant remarquer que les deux espèces les plus abondantes, *Arca clathrata* et *Amussium duodecimlamellatum* sont beaucoup plus fréquentes, en Italie, dans le Miocène que dans le Pliocène et qu'elles n'ont jamais été citées jusqu'à ce jour sous la forme typique, dans le Pliocène français.

Deux autres espèces sont représentées par des variétés différentes des variétés habituelles au Pliocène, le *Spondylus gæderopus* est orné de côtes peu saillantes, comme les variétés de l'Helvétien de Turin, la *Terebratulina caput-serpentis* a une costulation plus forte et moins serrée que chez les sujets pliocènes des gisements de la même région. Nous inclinons donc volontiers pour l'âge miocène de ces argiles dures : et comme il ne saurait être question d'un Miocène bien ancien, la solution la plus *rationnelle* nous paraît être d'attribuer ces couches à l'étage *tortonien*, en raison de leur très grande ressemblance lithologique et faunique (abondance extrême d'*Amussium duodecimlamellatum*) avec les argiles bleues de Santa Agata dans le Tortonais. L'examen des Foraminifères fait par M. Schlumberger est venu apporter un contrôle très précieux de cette détermination assez délicate.

2° Argiles à lignite et cinérites à faune d'eau douce

Au-dessus des argiles marines *tortoniennes*, vient une série de couches d'eau douce, de composition assez complexe (voir la coupe détaillée, fig. 2). Les coquilles d'eau douce sont abondantes dans le banc ligniteux n° 4, mais malheureusement très écrasées ; elles sont en meilleur état de conservation, mais de dimensions plus petites, dans le banc de grès argileux cinéritique n° 3. Nous avons pu déterminer les espèces suivantes :

Planorbis cf. *præcorneus* Fisch. et Tourn. — L'argile cinéritique est

remplie de jeunes Planorbes à tours très élevés, plus hauts que larges et légèrement carénés en dessus. Ces Planorbes appartiennent sûrement au groupe, à la fois miocène supérieur et pliocène, qui comprend les *P. præcorneus* F. et T. de Cucuron, le *P. Mantelli* Dunker du même horizon pontien, et le *P. Thiollierei* Mich. du Pliocène d'Hauterives, le *P. Philippei* Loc. de la Bresse, etc. Cependant, dans les formes pliocènes, les tours de spire sont encore, en proportion plus hauts, ce qui est en faveur de l'âge miocène de ces coquilles. Je ne puis distinguer les sujets de Biot des jeunes *P. præcorneus* du calcaire à *Helix Christoli* pontien de Cucuron.

Limnæa cucuronensis Font. — Cette petite espèce, assez commune dans l'argile cinéritique, est une forme courte, à dernier tour très développé mais peu renflé, s'abaissant doucement vers la suture, à spire assez longue et effilée. Les sujets de Biot sont tout à fait conformes à ceux du calcaire à *Helix Christoli* de Cucuron. Le *L. geniesensis* Font. du Pliocène du Gard en est également assez peu éloigné.

Bithinia cf. *leberonensis* F. et T. — L'argile de St-Julien renferme quelques rares spécimens d'une *Bithinia* de petite taille, qui paraît très semblable à la petite espèce distinguée à Cucuron par Fischer et Tournouër. Mais on sait que ce groupe, précurseur du *B. tentaculata* actuel, a une grande extension stratigraphique et remonte, avec des variations plus ou moins importantes, dans le Pliocène inférieur de la Bresse et du bassin du Rhône.

Helix sp. — Un seul sommet d'Hélix malheureusement indéterminable.

Rien n'est plus délicat, nous avons eu l'occasion de le montrer à diverses reprises [1], que de distinguer les faunes de Mollusques d'eau douce du Miocène supérieur (Pontien) de celles du Pliocène ancien. On peut dire qu'à l'heure actuelle, à la suite des découvertes successives faites dans la Bresse, il n'existe plus guère d'espèces que l'on puisse considérer comme nettement caractéristiques de l'un ou de l'autre de ces deux niveaux. On est obligé de s'en rapporter, pour les déterminations stratigraphiques, à des *nuances*, à des détails de *variétés* ou de *mutations*, toujours un peu sujettes à des appréciations de sentiment.

En nous plaçant à ce point de vue, devenu maintenant obligatoire, nous pouvons dire que les *indications* fournies par la faunule des argiles cinéritiques de St-Julien sont toutes en faveur de l'âge miocène de ces argiles. *Planorbis* cf. *præcorneus* a des tours un

1. Delafond et Depéret. *Les terrains tertiaires de la Bresse*, p. 58. — Depéret. Note paléontologique complémentaire sur les terrains tertiaires de la Bresse. *B. S. G. F.*, (3), XXII, 1894, p. 712. — Depéret et Sayn. Monographie de la faune de Cucuron, *Ann. Soc. Lin. Lyon*, 1900.

peu moins hauts que ceux des formes pliocènes affines ; *Bithinia* cf. *leberonensis* est, vu sa petite taille, plus conforme aux variétés miocènes qu'aux variétés pliocènes, plus fortes et plus renflées. du même groupe ; enfin *Limnæa cucuronensis* nous a paru se prêter à une détermination précise et se distinguer suffisamment des espèces pliocènes plus ou moins voisines. D'après l'ensemble, nous n'hésitons pas à conclure à l'*extrême probabilité* de l'âge pontien de la faunule d'eau douce infra-labradoritique.

2. — Terrains postérieurs à la Labradorite.

La discordance (par ravinement) entre la nappe labradoritique de Biot et les argiles bleues marines du Pliocène inférieur (Plaisancien) ne semble plus aujourd'hui douteuse, à la suite des discussions de la Réunion extraordinaire de 1877 ; mais la preuve directe, résultant de la constatation de galets de la roche éruptive dans la mer plaisancienne, n'a pas été encore fournie. Tout au plus l'un de nous croit-il se rappeler l'avoir autrefois notée parmi de petits lits de graviers intercalaires, au haut d'un vieux trou d'argilière, d'ailleurs peut-être astienne, sur la route de La Colle, près de l'embranchement de Villeneuve-Loubet.

Il n'en est pas heureusement de même en ce qui concerne la *mollasse* (calcaire grossier ou *panchina*) de Biot, dont l'âge pliocène a été établi stratigraphiquement par Potier [1] et paléontologiquement par Tournouër [2]. Le premier de ces savants a montré la superposition certaine de cette *mollasse de Biot* sur les argiles plaisanciennes et le second a donné, des fossiles, assez mal conservés, recueillis à Biot même, dans cette mollasse, la liste suivante :

Pecten scabrellus Lam.
— *varius* L.
— *jacobæus* L.
Cardium cf. *Bianconianum* Cocconi.
Lucina rostrata Pecch. ?
Venus plicata Gmel.
Tellina planata L.
Argiope decollata Ch.

Nous pouvons y ajouter deux autres espèces également pliocènes :

Pecten (*Chlamys*) *bollenensis* Font.
Pecten (*Flabellipecten*) *Bosniasckii* Stef. et Pant.

Quant au niveau précis de cette assise, Hébert et Tournouër ont montré qu'il fallait y voir l'équivalent exact des calcaires à *Terebratula ampulla* qui, presque partout dans le Pliocène italien,

1. A. Potier. Note sur la Molasse de Biot. *B. S. G. F.*, (3), V, 1877, p. 815.
2. Id. p. 850.

en Ligurie, en Toscane, dans le Bolonais, se montrent à la partie supérieure des argiles subapennines et forment le passage entre le Plaisancien et l'Astien. Cette manière de voir nous semble maintenant à l'abri de toute discussion possible.

La postériorité de cette mollasse par rapport à la nappe des conglomérats labradoritiques est également de toute évidence. Déjà en 1877, Potier, dans le compte rendu de la course de Biot, avait parfaitement établi que, dans le bas du vallon qui descend de St-Julien « on voit les conglomérats trachytiques, inclinés de 30°, *plonger sous* un calcaire un peu sableux, pétri de coquilles et de Bryozoaires, qui est le prolongement des assises sur lesquelles est bâti le bourg de Biot. Le temps a manqué pour constater en ce point la présence de blocs trachytiques dans les roches fossilifères, mais cela peut se voir très facilement dans Biot même, sur la fontaine qui est au nord du village ». Cette observation très précise a pu être d'ailleurs renouvelée par l'un de nous, comme cela a été dit plus haut, sur le point même indiqué par Potier.

D'autre part, les galets et miches, parfois énormes, foisonnent dans tous les poudingues du Var, jusque sur la rive droite, au voisinage même de Nice, et l'on peut voir à Ste-Pétronille-du-Var, une petite nappe locale, directement ravinée par ce poudingue, remplissant des poches mises à jour par l'élargissement des talus de la route.

Enfin, à St-Vallier-de-Thiey, des éléments éruptifs qui ne paraissent pas provenir tous d'un épanchement voisin, abondent dans un poudingue que son immédiate superposition à des argiles ligniteuses, à faune de Cucuron, force à regarder lui-même comme tout au plus pontien.

V. Conclusion.

En résumé, les Labradorites de Biot, comprises entre les dépôts d'eau douce à faune de Cucuron (Pontien) et une mollasse sûrement pliocène, et probablement plaisancienne supérieure, doivent dater très vraisemblablement de la fin du Miocène supérieur ou, tout au plus, de l'extrême début du Pliocène.

En tout cas, elles sont de beaucoup plus récentes qu'on ne l'avait admis jusqu'ici par assimilation avec celles, infra-burdigaliennes, de Tourrettes-sur-Loup et de Vence.

Il est intéressant de constater qu'elles deviennent ainsi sensiblement contemporaines des premières éruptions du Plateau Central français, c'est-à-dire des grands efforts de plissement définitif de la chaîne alpine.

LISTE RÉCAPITULATIVE

DES

TACHES ÉRUPTIVES DE L'OUEST DU VAR

par M. **Ad. GUÉBHARD**

Trois centres principaux d'éruptions étaient connus depuis longtemps dans les plaines, pénéplaines et premiers plateaux de la rive droite du Var : l'un, immense, encore baigné par la mer actuelle, occupant, presque intact, la région d'Antibes-Biot ; l'autre, un peu plus élevé, montrant dans la région de Vence-Tourettes, aux environs de 300 m., de moindres traces ; un troisième enfin, anciennement signalé par Léon Pellegrin, près St-Vallier de Thiey, à l'altitude de 800 m.

La grande quantité des matériaux qu'ont fournis les uns et les autres, soit aux poudingues du Delta du Var, toujours reconnus comme pliocènes [1], soit à ceux des hauts plateaux, récemment rajeunis de la fin de l'Eocène à celle du Miocène [2] et assimilés, par là, à ceux du delta de la Durance, soit enfin à ceux de la base même de la Mollasse burdigalienne de Vence, prouvent l'importance infiniment plus grande qu'eurent, à leur époque, tous ces épanchements, et l'intérêt qu'il peut y avoir à faire, aussi complet que possible, le recensement actuel, de leurs derniers restes visibles, soit à l'état de lambeaux résiduels, soit comme cheminées locales d'éjection.

1. — Nappes de Biot-Villeneuve et Antibes

La grande nappe qui s'étend ininterrompue de Biot au delà de Villeneuve-Loubet, sur 8 kilomètres de grand diamètre et cinq de largeur, se rattache encore présentement, par un jalonnement si net, à celle du Cap d'Antibes, située à dix kilomètres plus au sud,

1. Cependant Chambrun de Rosemont, dans ses Études géologiques sur le Var et le Rhône pendant les périodes tertiaire et quaternaire et sur les Trachytes du Cap d'Ail (*Ann. Soc. L. Sc. et A. des A.-M.*, t. II, 1873, p. 3-121) y voulait voir une preuve du « déluge ».

2. A. Guébhard. Sur le bassin lacustre de La Roque Esclapon. *B. S. G. F.*, (3), t. XXVII, 1900, p. 326. — Id. Gisements nouveaux de plantes tertiaires en Provence, *Ibid.*, p. 914. — Sur l'existence du Miocène lacustre sur la rive gauche de la Siagne, *Ibid.*, (4), t. I, 1901, p. 4-539.

que celle-ci, fût-elle munie de racines autochtones, n'en apparaîtrait pas moins comme une dépendance, sinon stratigraphique, au moins chronologique de l'autre.

D'autre part, c'est également à la nappe de Villeneuve que se rattache le gros massif de 2 km. de longueur N.S. que traverse l'ancienne route de Grasse à Nice et qui s'étend depuis la nouvelle route jusque sur le territoire de La Colle au delà de la ferme de Royère, au voisinage de laquelle se ramassent de beaux silex jaspoïdes, verts ou rouges.

Deux prolongements plus lointains, détachés vers le N.N.E. par dessus et par delà le haut plateau du Colombier de La Colle, au milieu de calcaires blancs jurassiques, que leur pureté fait exploiter, malgré l'éloignement, pour l'usine à carbure de calcium de la Mescla, marquent le passage d'un des multiples plis qui, affectant plus ou moins le Pliocène lui-même, déchiquetèrent en une série de fjords secondaires les bords du grand golfe pliocène ainsi que ceux du massif éruptif tout entier, dont la Feuille de Nice n'a donné, comme de toute la région, qu'une figuration des plus inexactes, au point de vue simplement cartographique autant que structural.

C'est ainsi qu'ont été presque tous omis, ou altérés de forme et de position, les nombreux petits lambeaux, allongés en courts fuseaux ou en traînées étroites, qui, depuis Biot, dans la direction de Roquefort-sur-Loup, dessinent une sorte de gerbe de lignes étalées en éventail, que jalonnent aussi, au milieu du Portlandien, les sables rutilants de la base du Bartonien [1], qui ont temporairement fourni autrefois des exploitations relativement abondantes de manganèse métallique.

Leur nombre est trop considérable, et l'uniformité de leur rôle trop évidente, pour qu'il y ait lieu d'en dresser une liste énumérative. Tous, autant que possible, ont été figurés sur notre *Carte géologique au 1/80 000 du S.-O. des Alpes maritimes* [2], où il a paru préférable d'exagérer parfois leurs dimensions, plutôt que de les supprimer.

Enfin, il semble bien que ce soit à ce centre de Biot, plutôt qu'à celui de Vence, qu'il faille rapporter le pointement, apparemment autochtone, de Ste-Pétronille, au nord de St-Laurent du Var, où se voit on ne peut plus nettement, comme au S.E. de Biot, sur le

1. Sables autrefois regardés comme de beaucoup inférieurs. Voir à ce sujet la note qui précède sur les *Débuts de l'Eocène dans la région de Vence.*

2. A. Guébhard. Sur les étoilements et recoupements de plis observés dans les Alpes-Maritimes. *VIIIe Congrès géologique international.* Paris, 1900, pl. VI.

chemin de Vaugrenier, le recouvrement de la roche éruptive par le Poudingue pliocène, qui remplit de haut en bas de nombreuses poches, visibles en section dans les tranchées de la route stratégique récemment élargie de St-Martin du Var à Gattières.

La carte de Chambrun de Rosemont, publiée en 1873 [1], figure, en plus de cette tache « trachytique » deux autres que nous nous sommes abstenu de reproduire sur notre carte, faute d'en avoir pu vérifier l'existence ; l'une. au nord de la bifurcation des routes de Villeneuve et de La Colle, au confluent du Malvan, avec un autre vallon descendu du nord, est certainement due à une erreur de repérage du monticule réellement visible au N.O. de la propriété des Espérets ; car, au confluent des vallons, et dans le voisinage, c'est en vain que nous en avons recherché, avec M. Paul Goby, même la moindre trace.

Un autre a occasionné plus d'hésitation, car, au pont des Vaux, sur la route de Cagnes à Nice, de nombreux blocs sont visibles, les plus gros, alignés en endiguement sur les bords du vallon, les autres encastrés dans les murs voisins. Mais, en dehors de ces murs, impossible de rien trouver qui révèle un gisement, ni surtout une cheminée d'éruption ; rien, dans l'orographie, qui évoque une idée d'éjection, d'intrusion au milieu de la platitude alluviale, succédant à un léger bombement des poudingues pliocènes. Serait-ce que le débouché torrentiel aurait, depuis 1873, tout nivelé, puis recouvert de ses limons et galets, si faciles à confondre avec ceux du Pliocène, qui en fournit la source ? Ne serait-ce pas, plutôt, que tous les blocs visibles auraient été simplement apportés là, pour les travaux de la route, en provenance des carrières les plus voisines, celles de Villeneuve-Loubet ?

D'après les apparences, d'après les renseignements recueillis, après une longue enquête, j'ai fini par opter pour la solution la plus prudente, opinant qu'il vaut toujours mieux, sur une carte, ne pas inscrire une chose existante, pourvu qu'ultérieurement elle y puisse trouver sa place logique, que d'en inscrire qui n'existent pas et qui ne représentent que les imaginations figurées du dessinateur fantaisiste au lieu des réalités contrôlées de l'enregistreur scrupuleux. Et il y eut à cela quelque mérite ; car une coïncidence, qui n'était certainement pas de pur hasard, faisait tomber la petite tache rouge, au bord de la grande nappe pliocène, juste à point pour achever de jalonner, avec celle de Ste-Pétronille, un des axes nord-sud qui ont fait l'orographie du delta, et pour achever

1. Op. cit., *Ann. Soc. L. Sc. et A. des A. M.*, t. II, p. 12 et 113, pl. VIII.

d'accentuer la remarquable irradiation de plis qui se manifeste autour du plus important des centres éruptifs de la région.

2. — Région de Tourrettes-Vence

S'il a été bien établi, grâce à M. Depéret, que les épanchements de Biot-Villeneuve ne pouvaient remonter au delà de la fin du Miocène, il a été reconnu, au contraire, de tout temps, et la notion fut même indûment généralisée, que les éruptions de la région de Vence, étaient antérieures au début local du Miocène, puisqu'on en peut voir les produits abondamment inclus, à l'état de galets très arrondis, dans le poudingue compact qui, entre autres, à côté de Tourrettes-sur-Loup, dans la tranchée même de la route de Grasse, supporte la grosse masse burdigalienne de la mollasse à Clypéastres et Scutelles.

Or, comme ces mêmes Échinides se trouvent déjà dans le Poudingue lui-même, celui-ci prend date comme simple faciès de base et rejette, par conséquent, les éruptions au delà de l'époque burdigalienne, dont il semblerait assez probable qu'elles aient marqué le commencement, à juger par l'intime liaison qu'elles présentent, dans leur principale apparition, avec la Mollasse elle-même.

Le gros centre d'émission paraît avoir été vers le km. 182 du Chemin de fer du Sud, où la tranchée, à l'ouest du ravin des Virettes, montre la double subordination de la roche éruptive au poudingue, d'abord, qui en contient des galets, puis à la mollasse, qui, remontée déjà d'une altitude très inférieure, s'élève de là jusqu'à la route, couvrant d'une immense carapace la grande sablière rose ébouleuse que forme le dyke (?)[1], d'une coloration bien distincte de celle qui prédomine aux environs de Biot. D'ailleurs, ici comme là-bas, l'intervention des eaux est rendue manifeste, et mieux encore que par des apparences de stratification, par l'adhérence de coquilles marines sur les miches roulées, qu'on observe, mêlées à un vrai sable, dans la petite carrière à l'angle que fait la route pour s'enfoncer dans le Vallon de Notre-Dame.

A ce centre très remarquable, dont on chercherait vainement la trace sur la Feuille de Nice, non plus que des deux plis, l'un N.S., l'autre S.O. à N.E. dont le croisement n'est, sans doute, pas sans relation avec la formation d'une cheminée; à ce centre, doivent

1. Voir H. Ambayrac. Étude géologique de la ligne du Sud, p. 22, fig. 20. 8° Nice. 1892.

se rattacher certainement, au moins comme date, les résidus moins importants de la région de Vence qu'a figurés, à l'occasion de la Réunion extraordinaire de 1877, Edmond Blanc, sur sa *Carte de Vence*, mais avec le manque de précision caractéristique du célèbre mystificateur de l'Académie des Inscriptions, auquel a été accordée, néanmoins, par le rédacteur de la récente Carte officielle, beaucoup plus de créance qu'à l'humble collaborateur local.

Lorsqu'on place, avec précision, sur la carte, les taches labradoritiques, après les avoir exactement repérées sur un plan à grande échelle, on constate que chacune correspond à une ligne de plissement, qui a pu être aussi localement une ligne de fracture, donnant échappée au magma fluide comprimé dans les profondeurs, ou qui a simplement favorisé, dans quelque fond de bateau jurassique, la conservation de lambeaux de tous les dépôts supérieurs [1].

Quant au « petit culot de trachyte, semblable à celui d'Antibes [2] » que nota, en 1877, la Société sur le chemin de la Sine à Vence, il est actuellement impossible à reconnaître, sans doute dissimulé par les cultures, à la place où l'a marqué E. Blanc. Mais l'abondance des blocs ignés dans tous les murs, et l'assurance d'un cultivateur qu'il suffirait de creuser un peu pour trouver, sous la mollasse, la « terre noire », prouvent qu'il y a bien là un pointement que j'avais eu tort, par excès de scrupule, de ne pas inscrire sur ma carte, en me contentant d'en marquer un autre voisin, bien dûment constaté.

Quelques doutes pourront venir aussi à ceux qui essaieront de vérifier la petite tache marquée à côté de la gare même de Vence. C'est qu'en effet il ne s'agissait que de quelques poches sableuses mêlées aux grès en tête de chat qu'on peut voir encore dans la tranchée nord de la gare, à côté du pont, à la base du poudingue inférieur burdigalien. L'excellent emplacement qu'occupaient ces sablières sur le petit plateau entre la gare, le pont et la route, les a fait vider d'abord, puis remplir de détritus de toutes sortes, et enfin recouvrir de constructions ou de jardins pour les villas qui ne tarderont pas à en occuper toute la place.

C'est certainement aussi à l'épanchement de Tourrettes qu'il faut rapporter, malgré la très grande différence d'altitude, la petite cheminée (ou poche?) observée sur la montée du chemin muletier du Caire, au moment où celui-ci se voit obligé à d'étroits lacets

1. A. Guébhard et A. de Lapparent. Observations sur la situation stratigraphique des Labradorites du S. O. de la Feuille de Nice. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 468

2. Réunion extr. à Nice et Fréjus, p. 53. *B. S. G. F.*, (3), V, 1877, p. 787.

pour traverser un petit dôme de calcaire blanc portlandien émergé d'une extraordinaire complication d'énormes plis de la Mollasse, dont ne donne aucune idée la Feuille de Nice, où a été supprimée, sur deux kilomètres de long et un de large, la grande barre miocène qui s'allonge du côté de la ruine de St-Martin, et ajouté, par une compensation plutôt aggravante, du côté de Courmettes, des kilomètres de liseré tertiaire, qui n'existent point.

Enfin, sur les indications de M. H. Ambayrac, j'ai rajouté sur ma carte, deux petites taches qui — (toujours par le même hasard ?) — se trouvent bien alignées dans le mouvement des plis indiqués par mes contours. L'un, qui m'était connu, mais si petit que je l'avais oublié, sur le sentier qui descend, à l'E. de Vence, de Ste-Colombe à St-Lambert, entre les marnes priaboniennes et le poudingue infra-burdigalien. L'autre si petit aussi qu'il avait échappé à M. Ambayrac lui-même dans sa première description, si minutieuse, de la ligne du sud, sur laquelle il se trouve, visible au km. 179, au bout de la grande tranchée de St-Antoine à l'E. de la halte des Valettes, étroitement pincé, comme un filon, entre les bancs presque verticaux de la dolomie jurassique.

3. — Centre du Pilon de St-Vallier.

Un peu au nord du point culminant de la route de Grasse à St-Vallier, derrière la villa de M. Maure, maire de Grasse[1], à l'altitude de 800 m., une tache de verdure sombre au milieu du vert clair de la chênaie, annonce un bois de châtaigniers, l'unique de toute la région, dessinant exactement le contour d'une petite nappe éruptive, visible sur la bordure jurassique d'un synclinal nummulitique très complexe, prolongement, pour partie, de la grande branche du synclinal cruciforme de St-Vallier, mais dont le contour accidenté, l'ambiance tourmentée ont démontré tardivement qu'il n'était pas seulement double, ainsi qu'il était apparu dès l'abord, mais multiplement diversifié, comme bassin de confluence d'un grand nombre d'autre plis, irradiés de directions diverses, en convergeant précisément vers la tache éruptive comme centre. S'il n'est pas possible d'affirmer que celle-ci ait été la cause de ceux-là, du moins peut-on trouver, dans sa position centrale, une

1. Inscription *Gazagnaire* de l'État-Major, alors qu'aujourd'hui une *villa Gazagnaire* se trouve à l'extrémité diamétralement opposée du pays. Preuve de l'inconvénient de la substitution de noms propres, changeants et interchangeables, aux noms de quartiers qu'a fixés le cadastre d'une manière à peu près immuable.

raison de penser qu'elle est réellement enracinée, quoique aucun indice physique, de métamorphisme ou autre, ne signale son voisinage. Comment du reste, la rattacher aux autres centres bien inférieurs, et éloignés d'une vingtaine de kilomètres, sans jalons intermédiaires ?

Car on ne saurait appeler ainsi l'alignement de trois petits lambeaux, dont le plus éloigné avait été signalé depuis longtemps sur la route nationale 85, au km. 40, par l'Ingénieur Léon Pellegrin, tandis que les autres, constatés l'un anciennement au dessus du km. 39,1 de la route, l'autre tout dernièrement, auprès de la ruine de la haute bergerie Charpin, ont confirmé, par leur corrélation avec des lambeaux pontiens ou nummulitiques, l'existence d'un synclinal bien indépendant de la prolongation de celui de St-Vallier, qu'il vient rejoindre juste au centre labradoritique.

Mentionnons aussi une petite tache minuscule mise à jour un moment dans le talus de la route au km. 38,34, et dont le seul intérêt était de paraître bien injectée de bas en haut dans les calcaires jurassiques qui la masquaient, et point simplement infiltrée de haut en bas, comme bavure du centre tout voisin.

Malheureusement, dans tout cela, il n'y a rien qui permette, comme à Vence ou à Biot, de dire s'il faut rattacher ce point éruptif au commencement ou à la fin du Miocène. A peine pourrait-on affirmer qu'il soit postérieur au Nummulitique, qu'il borde plutôt qu'il ne le recouvre.

Les miches en abondent, mais mêlées de beaucoup d'autres de l'Éocène lui-même, dans les poudingues pontiens voisins, largement développés, et dont certains lambeaux ont été portés jusqu'à plus de 1200 m. d'altitude : c'est ainsi que des miches de labradorite se voient parmi les galets d'une argile qui a donné un puits tout près de la haute crête de la Bouissière, au sud de La Malle.

Peut-être l'étude minéralogique promise par M. L. Gentil fera-t-elle savoir de quel côté se trouvent les analogies ; pour le moment, il n'est pas possible de se prononcer.

4. — Cheminée de Gourdon

Egalement éloignée de tous les centres étudiés, et à une altitude encore plus grande qu'à St-Vallier, c'est-à-dire dans une position tout à fait inattendue, a été découverte récemment une émission de labradorite qui semble difficile à rattacher à aucune autre, d'autant plus que sa position au point exact où la Carte de M. Guébhard faisait se croiser obliquement deux grands plans de discontinuité,

donne toute présomption qu'il s'agit d'une cheminée véritable et non d'un simple lambeau perdu.

C'est sur la route de Gourdon à Bramafan, à une cinquantaine de mètres à l'ouest de la borne kilométrique 10, dans les talus du dessus et du dessous de la route que suivirent les excursionnistes du 8 Septembre.

En la mentionnant, nous aurons terminé une énumération qu'il serait téméraire d'affirmer rigoureusement complète et définitive [1], mais qui, en tout cas, a beaucoup ajouté à ce qui avait été mentionné jusqu'ici, et plus encore aux indications de la toute récente Feuille de Nice.

1. M. H. Ambayrac m'avait signalé encore un autre pointement, sur la vieille route de la halte des Valettes au château de Courmettes, où j'aurais été heureux de voir ainsi jalonné supplémentairement le grand pli N.S. que montre ma carte, allant du Saut-du-Loup jusqu'à Antibes. Mais c'est en vain que avons parcouru ensemble la raide montée. Nous n'avons pu retrouver, au débouché même du synclinal en question, que quelques galets, dont quelques-uns labradoritiques, il est vrai, mais détachés du poudingue pontien.

NOTE SUR LES

DÉBUTS DE L'ÉOCÈNE AUX ENVIRONS DE VENCE (A.-M.)

par M. A. GUÉBHARD [1].

1. *Historique.* — Une des questions qui furent le plus débattues au cours de la Réunion extraordinaire de 1877, à Fréjus et Nice, fut celle des débuts de l'Éocène [2], représenté aux environs de Vence, Biot, Saint-Jeannet, La Gaude, par des sables bigarrés, des argiles et des poudingues, où Matheron et Coquand voulaient voir des représentants de leur étage garumnien, presque crétacé, tandis qu'avec Hébert, Tournouër et Potier, M. Renevier inclinait à y reconnaître l'équivalent des couches sidérolithiques rutilantes, à *Palæotherium* et *Lophiodon*, qui se voient très développées dans le S.O. de la France aussi bien qu'en Suisse [3].

Les uns et les autres s'appuyaient sur des analogies de faciès; mais, tandis que les derniers trouvaient plus naturel de ne pas interrompre ainsi la grande transgression qui se manifeste, dans la région, dès avant la fin du Crétacé, les autres ne craignaient pas de prophétiser que « si l'on trouvait un jour des fossiles dans les calcaires lacustres de Vence, on verrait que ces fossiles appartiennent à la faune de Montalieu ou de Langesse ».

Or, des fossiles ont été trouvés [4], et ces fossiles ne sont pas les Physes de Montalieu, mais les Limnées des Sables moyens parisiens.

2. *Description.* — Afin de tirer les conséquences de la découverte, examinons d'abord comment les observations récentes ont

1. Cette notice devrait porter en tête aussi le nom de M. G. F. Dollfus, car c'est uniquement à son bienveillant concours, pour la partie paléontologique, qu'a été due la possibilité d'une solution d'un très vieux problème.

2. En 1882, Hébert, traitant en général du *Groupe nummulitique du Midi de la France*, disait encore (*B. S. G. F.*, (3), X, 1882, p. 364-390) : « le type des environs de Nice est encore le moins connu et il n'en sera pas question dans ce travail. »

3. Réunion extraordinaire de Fréjus à Nice, p. 40, 57, etc. *B. S. G. F.*, (3), 1877, V, p. 774, 792, etc. Voir aussi H. Coquand, Description de l'étage garummien et des terrains tertiaires des environs de Biot et d'Antibes (Alpes-Maritimes), *B. S. G. F.*, (3), I, 1873, p. 176-193, etc.

4. A. Guébhard. Sur la géologie de la région de Vence, *B. S. G. F.*, (4), III, 1903, p. 131.

remis au point celles d'autrefois, relativement à la composition de cet horizon si longtemps litigieux.

Allant de haut en bas, suivant l'ordre le plus expédient sur le terrain, l'on trouve, immédiatement en dessous des couches nummulitiques bartoniennes, de plus en plus gréseuses vers la base, les « sables rutilants manganésifères » et les « argiles rubiennes » de Coquand, celles-ci mêlées à ceux-là dans les coupes de cet auteur, tantôt par dessus, tantôt au milieu, mais très visibles en dessous, au gué de la Lubiane, sur le sentier allant de Vence au quartier du Pountaoutchoun, non loin de la Chapelle de Saint-Lambert.

La silicification et rubéfaction graduelles du Nummulitique, de haut en bas, peuvent s'étudier admirablement dans certaines coupes obliques, entre autres à la petite montée que fait, après la traversée du synclinal de Vaugelade, le vieux chemin de Vence à La Gaude, ou, mieux encore, sur le sentier qui, se détachant de l'ancienne grande route de Vence à Saint-Jeannet au petit col, tranché en pleine mollasse, à l'est de Sainte-Colombe, se dirige d'abord au sud-est, puis, se contourne après avoir traversé le poudingue infra-burdigalien, pour entrer dans les marnes à *Orthophragmina sella* et *Rotularia spirulæa*, et, bientôt après, dans des grès rouges, parfois mêlés de petits galets siliceux foncés [1], et contenant au point culminant, avant la descente vers la Cagne, de nombreuses Nummulites avec de petits *Echinocyamus*.

Etant donné cette liaison intime, cette dégradation du Nummulitique argilo-calcaire au Nummulitique gréseux, on se demande comment on n'a jamais pu songer, même là où ces sables ne contiennent plus de Nummulites, à les séparer par un énorme hiatus de leur partie supérieure. Aussi bien M. Guébhard crut-il longtemps que c'était à d'*autres* sables et argiles, encore plus inférieurs, que s'appliquaient les vues de Coquand, parfois moins nettement dégagées de toute confusion que dans le résumé que voici : « La nature travertineuse des calcaires qui se développent *en dessous* des grès manganésifères et leur alternance avec des

1. Ces graviers représentent ici les rudiments d'une formation de véritable poudingue, souvent beaucoup plus développé, et bien fait alors pour augmenter les chances de confusion avec la formation inférieure que nous allons avoir à en distinguer. En tout cas, l'argument qu'en tirait Coquand (*Op. cit*, *B. S. G. F.*, (3), I, 1873, p. 183) en faveur de « l'indépendance du système manganésifère, ou garummien, par rapport aux grès verdâtres nummulitiques qui le recouvrent immédiatement », tombe devant ce fait que, même loin des causes de colorations vives auxquelles n'a peut-être pas été étrangère, quoique bien postérieure, la nappe éruptive de Biot, on voit, à Saint-Vallier-de-Thiey, par exemple, le Bartonien à petites Nummulites, prendre par places l'aspect d'un poudingue, soit aggloméré, soit arénacé.

bancs de conglomérats à éléments calcaires noyés dans des argiles rouges, rappellent d'une manière frappante la physionomie des gisements analogues du Garumnien des Bouches-du-Rhône »[1].

Poursuivons donc notre coupe descendante, soit en suivant le sentier où nous étions tout à l'heure, au quartier du Pont-de-Taours, soit, plutôt, en prenant celui qui lui fait pendant, sur l'autre rive du vallon principal, au quartier des Fonts, soit encore, mais avec le risque d'être trompés par des retours de couches dûs à des ondulations synclinales N.N.E.-S.S.E., la descente de la vieille route de Vence à Saint-Jeannet vers La Cagne, où, d'ailleurs, ne se voient plus les grès rutilants, mais un mur de grès jaune ordinaire, presque tendre, rempli d'*Echinocyamus* comme à La Garoupe d'Antibes, en contact avec les gros bancs de *calcaire travertineux* qui vont nous occuper.

3. *Le calcaire lacustre.* — La couleur blanche de ces bancs et les nombreux cordons de silex qui les traversent en relief évoquent immédiatement le souvenir de bancs analogues qui, dans la gorge des Aubans, entre Brenon et Châteauvieux (Var), d'une part reposent sur des sables rutilants et bariolés, pleins de nodules ferrugineux, qui recouvrent eux-mêmes les couches lignitifères du Crétacé supérieur à *Ostrea acutirostris*, et, d'autre part, sont recouverts par les gros bancs jaunes siliceux à *Planorbis pseudoammonius* du plateau des Sirons (point 1031, Feuille de Castellane S.E.). C'est sans doute en s'autorisant d'un souvenir de ce genre que M. Zürcher, sur la Feuille de Nice, par une recherche de rigueur plutôt graphique que stratigraphique, et peu en rapport avec l'exactitude du repérage, a subdivisé en deux l'étroite bande d'Éocène inférieur, à laquelle M. Guébhard, en l'absence de toute donnée nouvelle, avait purement et simplement laissé le symbole e_m, et la désignation, évidemment suspecte ici, mais acceptée de confiance, d'Yprésien, qui lui avait été attribuée sur le dernier document officiel de l'École des Mines, le superbe *Panneau des Alpes* de l'Exposition universelle de 1900.

« Une couche *de grès blanc avec silex*, qui affleure près de Saint-Jeannet, dit la Légende de la Feuille de Nice de 1902, a paru pouvoir être notée comme représentant les couches à *Planorbis pseudoammonius* de la Feuille de Castellane, avec lesquelles elle offre une grande analogie pétrographique ». De sorte que le grand hiatus, du Secondaire au Tertiaire, qu'on hésitait, en 1877, soit à interrompre, soit à raccourcir, fût-ce par son extrême base, se

1. Réunion extraordinaire de 1877, p. 39. *B. S. G. F.*, (3), V, 1877, p. 773.

trouvait, par les symboles adoptés, à la fois raccourci et interrompu : e_v, e_{1a}, e^2.

4. *Un point fossilifère.* — Or, c'est juste à ce moment que, au cours d'une recherche ayant un tout autre objectif, se produisit le fait nouveau qui devait, sinon solutionner la question d'une manière définitive, du moins restreindre considérablement le champ des incertitudes.

Dans les silex mêmes de ce calcaire lacustre[1], que Coquand reconnaît formellement comme *subordonné*[2] aux « grès et argiles rouges manganésifères » dont il faisait la base de son étage garumnien, dans ces silex mêmes, qui avaient jusqu'alors découragé toutes les recherches, ont été trouvés, sur la frontière orientale de la commune de Vence, vers l'extrémité sud de la crête du Pioulier, au point où celle-ci, dominant la Cagne, s'abaisse vers le Prat de Julian, des fossiles qui, soumis à l'examen de M. G.-F. Dollfus, ont été reconnus tous[3] comme représentant une faune nettement bartonienne, et point du tout supra-crétacée comme prédisait Matheron, lutécienne comme imaginait M. Zürcher.

Il y a, avec la *Limnæa pyramidalis* Brad. (= *L. longiscata* Brongn.), une Limnée ventrue voisine de *L. convexa* Edwards, et une autre très cylindrique et très longue, identique avec une espèce non dénommée que possède M. G. Dollfus, venant de la couche ligniteuse inférieure des Diablerets. Un *Melampus* se rapproche beaucoup de *N. dalmaticus* Stache et de l'*Auricula* (*Alexia*) *sundgoviensis* A. Andreæ du calcaire de Brunnstadt (Alsace), appartenant à l'Oligocène inférieur.

Sur deux Bithynies, il y en a une du groupe *B. cyclostomæformis* Ch. d'Orb. Puis une *Bithynella* sp. et un *Planorbis* du groupe des *Segmentinæ*. Enfin deux tours d'un *Potamides* indéterminable. Le tout formant une faunule encore restreinte, mais dont le caractère général, confirmé par les dernières trouvailles non encore étudiées en détail, est trop accentué pour laisser grand doute sur l'âge bartonien de ce dépôt, qui, superposé à toute une

1. Je dis *calcaire* et pas du tout « grès », car si le banc lacustre se peut voir crayeux, grumeleux, travertineux, marbreux, seuls quelques lits inférieurs de marnes piquées de quartz sableux peuvent prendre un aspect gréseux.

2. *Op. cit. B. S. G. F.*, (3), I, 1873, p. 185. Aucune des coupes de Coquand ne met en place le calcaire lacustre et les poudingues subordonnés et il semble probable que « l'enchevêtrement » noté par cet observateur sur tous les points décrits ne lui a pas permis le repérage sûr que vont nous offrir les coupes naturelles.

3 A. Guébhard. Sur la géologie des environs de Vence (A.-M.). *B. S. G. F.*, (4), III, 1903, p. 131.

série, très locale, de poudingues et marnes, d'un caractère détritique très accentué, représenterait la phase d'approfondissement lacustre ou lagunaire du grand bassin que devait bientôt envahir la mer nummulitique.

5. *Poudingues et marnes inférieurs.* — Mais, du moins, le système détritique inférieur peut-il être détaché, lui, de cette apparition tardive de l'Eocène et être regardé ou comme le dernier effort du Crétacé, ou comme une première tentative immédiate, et immédiatement arrêtée, d'apparition du Tertiaire ? Ici, malgré toutes les recherches, le critère paléontologique manque encore, et, n'étaient certaines présomptions, que nous allons faire valoir, il faudrait répéter, de cette base locale de la « formation d'eau douce », ce que disait de l'ensemble, en 1877, Potier : « les observations faites dans la région sont tout à fait insuffisantes pour en fixer la place dans la série sédimentaire entre le Cénomanien et le Nummulitique à *Rotulina spirulæa.* »

6. *Les sables manganésifères.* — Cependant l'expression même de « formation d'eau douce », qui englobe le tout, indique bien l'idée commune qu'avaient tous les géologues de 1877 de ne point séparer ces dépôts les uns des autres, et même de les rattacher tous aux sables rutilants supérieurs [1], que nous avons vus passer insensiblement au Nummulitique calcaire partout où l'érosion n'a pas enlevé celui-ci : cette identification persiste même là où les grès ont été profondément métamorphisés par leur contact avec les émissions labradoritiques, et recuits jusqu'à l'état vitreux, comme on peut le voir, dans la plaine de Biot, à une ancienne sablière située juste derrière les bâtiments neufs de la propriété Funel. D'ailleurs, sur le versant nord de la colline à laquelle s'appuie la ferme, on peut suivre, comme sur la montée de la vieille route des Clausonnes, l'intime connexion du grès quartzifère nummulitique avec les meulières dépourvues de fossiles, qui paraissent, à sa base, représenter ici, comme sur tout le plateau de La Gaude, tout ce qui reste, ou a jamais existé, des gros bancs des abords de la Cagne.

7. *Les meulières à Joncs.* — Pour La Gaude, il n'y a pas de

1. Parce que, probablement, n'avait point été faite encore une distinction, à laquelle nous ne sommes arrivé nous-même que fort tardivement. C'est ce qui expliquerait que Coquand, envisageant les grès manganésifères, mit les *sables bariolés* au-dessus du calcaire blanc, et que Potier, visant la coupe de La Gaude, les fit « surmonter par les meulières qui représentent le calcaire crayeux de la descente de la Cagne. » Il s'agissait simplement de deux niveaux bariolés différents.

doute, car les meulières y sont, par places, remplies de tiges de Joncs siliciffées, que l'on retrouve plus rares, mais pareilles, dans quelques-uns des silex, généralement moins volumineux, inclus en lits compacts dans le calcaire blanc.

Enfin, dans la roche même des fossiles étudiés par M. Dollfus, existait également une tige de Jonc, établissant une identification sans laquelle eussent pu encore subsister quelques perplexités.

Ainsi voilà déjà toute une importante partie de la zone discutée qui se trouve, par les constatations de M. G.-F. Dollfus, directement reliée, comme faciès lacustre inférieur, aux formations connues. Et ce n'est pas la moindre, car il semble bien, d'ores et déjà, qu'il faille lui rattacher, malgré un aspect minéralogique un peu différent, les travertins siliceux à Joncs et empreintes de feuilles anciennement observés par M. Guébhard sur la commune de Roquefort aux quartiers de l'Aire de Boulle et de San Peiré, au voisinage des km. 14 et 15 de l'ancienne route déclassée, non loin de sables bigarrés manganésifères semblables à ceux de Biot [1].

8. *Coupes supérieures.* — La variabilité de nature, de puissance et de rapports de la nappe lacustre est d'ailleurs manifeste : à la descente même de la Cagne, tandis qu'on voit le calcaire à silex d'abord directement accolé au Nummulitique très redressé, on trouve entre eux un peu plus loin une nappe de marne verte toute piquée de grains hyalins de quartz roulé. Ce banc vert se répète en dessous, et, sous lui, le calcaire blanc lui-même, ce qui donne bien à celui-ci une épaisseur totale d'une dizaine de mètres. Or, au passage à niveau de la gare de St-Jeannet, et quoique, un peu plus bas, l'on aperçoive encore le gros banc siliceux formant un relief caractéristique, c'est la Mollasse burdigalienne qui, par l'intermédiaire de son poudingue de base, formé en partie de gros éléments arrachés aux calcaires à silex, repose sur le lit vert de sable marneux. Ailleurs, sur les crêtes qui prolongent le quartier de la Font de la Ribe de St-Jeannet entre les ravins de la Prée et des Vallons, on peut voir, pour tout représentant des gros bancs de la Cagne qui, tout à côté, se montrent encore très épais et surtout très siliceux, un pauvre banc, de 30 à 40 cm. à peine, de silex à Joncs, tout fragmenté, et dans les interstices duquel a pénétré directement la mollasse grossière, à faciès détritique inférieur, qui se montre particulièrement développée dans ces parages, comme équivalent latéral du Poudingue bréchoïde par lequel commence ailleurs le Miocène.

1 A. Guébhard. Sur quelques gisements nouveaux des plantes tertiaires en Provence. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 913. — Id. *A. F. A. S.*, XXIX, 1900, p. 561. Aussi L. Laurent, p. 578.

9. *Coupe inférieure.* — La belle coupe de la partie inférieure que montrent les ravinements de cette localité sur une vingtaine de mètres d'épaisseur, n'a malheureusement, aux recherches les plus minutieuses, fourni aucun fossile qui ne fût arraché au Crétacé ou dégringolé du toit de Mollasse. Mais elle ne fait que confirmer l'étroite liaison de tous ces dépôts, simples modalités circonstancielles d'une période de trouble et d'une zone littorale.

Si sur 4 m. à peu près, la marne qui se montre, en descendant la coupe, *en dessous* du banc réduit des silex à Joncs, est de couleur rose claire, elle est du même aspect que celle qui s'observe ailleurs *au dessus* et *entre* les travertins, toute piquetée de grains hyalins de quartz roulé, au point d'en être presque sableuse. D'ailleurs, après s'être un instant durcie en grès grossier grisâtre, sur quelque 30 cm. d'épaisseur, elle reparaît, sur plus de 1 m., bariolée de rouge brique et remplie de cordons de grumeaux d'un calcaire blanc verdâtre, tout piqueté lui-même de grains de quartz. De pareilles alternatives se répètent plusieurs fois jusque vers le tiers inférieur, où un banc tout formé de grains siliceux transparents de diverses couleurs claires, blancs, verts, roses, reliés par un ciment crayeux blanc, surmonte un lit de petits fragments calcaires, de teintes claires analogues, avec quelques taches noires, cailloux plutôt que galets, à peine émoussés, et très évidemment assemblés par éboulis et non par charriage. Une répétition de marne rosée, plus concrète, les sépare d'un autre lit pareil, mais à fragments notablement plus gros, parmi lesquels beaucoup de crétacés, unis par un ciment blanc de calcaire sableux. Au-dessous, un gros banc gréseux plus homogène, fait saillie sur un sable plus blanc. Et c'est toujours de même, avec prédominance de la note pâle, vert et rose, fort distincte des rutilances ou blancheurs crues et des contrastes violents de l'horizon manganésifère, tels qu'on en peut avoir un aperçu au gué de la Lubiane, sous la chapelle de Saint-Lambert, dans le contact direct avec la base rougie du Nummulitique gréseux.

Cette question de nuance, étayée du caractère toujours marneux et mélangé des sables, est, à vrai dire, la seule raison de différenciation avec les sables supérieurs, toujours si purs qu'on les appelait couramment « granitiques » en 1877 ; mais cette même raison appuie le rattachement aux calcaires blancs, dont la liaison avec le substratum se manifeste, plus intime que partout ailleurs, sur la rive droite de la Cagne, en descendant, par exemple, le sentier des Fonts, où l'on voit, au dessous du grès nummulitique et de la double répétition de marne verte et calcaire blanc grumeleux avec gros

lits de silex en plaques épaisses, montrant de temps à autre un fragment de tige de Jonc [1], un gros banc d'un conglomérat très compact, presque exclusivement formé de galets crétacés et jurassiques de toutes couleurs, mais à patine souvent toute noire. Après 5 m. au moins, un nouveau banc de marne verte piquetée de quartz, et qui, sur la route, se montre assez compacte, lavée de taches rubigineuses, précède une épaisseur considérable de poudingue analogue, dont la puissance sur les pentes éboulueuses est d'autant moins facile à apprécier exactement qu'en dessous commencent des marnes vertes et roses, sans doute semblables à celles de la Prée, qui poussent au démantèlement et ne permettent pas de suivre le détail des lits jusqu'au Cénomanien.

10. *Rapports avec le Crétacé.*—Nulle part n'est visible le contact direct, et c'est tout au plus si l'on peut constater, à l'est du Vallon des Ribes et de la coupe précédemment étudiée, que le Cénomanien plongeant à l'ouest se termine par un banc tout à fait gréseux à grains quartzeux, parfois véritable poudingue de tout petits galets très roulés et aplatis, rappelant absolument un faciès vu dans des régions très éloignées, d'outre-Siagne, comme le Vallon du Fil de Mons (Var), aux environs de Brenon, Bargême, Châteauvieux (Var), Eoulx, La Garde, Le Logis du Pin (BassesAlpes), la Doire et aussi la Selle d'Andon, au nord de St-Vallier de Thiey, toujours précurseur des dépôts de Crétacé supérieur, dont M. Repelin, par l'étude d'une faune tout à fait similaire à celle des Grès d'Uchaux (voir pl. L), a confirmé l'âge turonien, depuis longtemps pressenti par M. Zürcher dans la région de Castellane.

En vérité, partout où se peuvent étudier, là-bas, les rapports du Crétacé finissant, on le voit supporter, par l'intermédiaire d'un grès ligniteux, d'abord des sables rubigineux, et seulement ensuite des alternances de calcaires blancs à silex et de marnes vert clair : ordre inverse de celui de la région de Vence, où les vrais sables rubigineux, nous l'avons dit, sont supérieurs aux calcaires à silex et argiles verdacées ; d'ailleurs, dans la série occidentale, il n'y a pas de place, ou rien qu'une place très restreinte, pour les poudingues, qui en occupent une, ici, très grande.

11. *Rattachement au Tertiaire.*— Or ces agglomérats se montrent presque entièrement formés de fragments crétacés, et pour que ces

1. Preuve, soit dit en passant, que ces Joncs n'ont pas été partout, comme on le pouvait croire d'après les blocs détachés de La Gaude, silicifiés sur place (*CR. Réunion extraordinaire de 1877*, p. 56). Je dois ajouter, par contre, qu'au km. 2 de la route de Vence à St-Paul, les meulières ont l'aspect d'un vrai tuf siliceux, renfermant de nombreuses tigelles diverses.

roches aient pu être arrachées, et roulées à l'état de galets, il faut que, depuis longtemps, elles eussent acquis l'état solide, et les coquilles incluses, celui de fossiles, sous lequel on les trouve. Rien d'analogue dans le banc à galets du Crétacé supérieur, lequel, dans une pâte évidemment crétacée, a englobé, avec des coquilles certainement crétacées, des graviers de roches toutes exotiques, lointaines, et souvent réparties en lits clairsemés avec des épaisseurs intercalées de ciment pur de toute inclusion. Entre ceux-ci et ceux-là a dû s'écouler toute la durée de ce qu'on peut appeler littéralement une *formation*, c'est à dire le durcissement, à l'état de roche constituée, des débris gros ou fins d'autres roches.

Donc, autant qu'il est permis d'user du raisonnenement pour compenser le défaut de preuves directes, nous concluons, jusqu'à démonstration contraire, au maintien du rattachement, toujours admis avant M. Zürcher, de tous les dépôts détritiques de la région de Vence à Saint-Jeannet, sinon à une même formation lacustre, du moins à des formations tertiaires immédiatement successives, après un grand hiatus, simple et non double.

12. *Attribution au Lutécien.* — Dès lors, puisque les calcaires blancs se trouvent définitivement classés bartoniens, les poudingues subordonnés ne peuvent plus être eux-mêmes que bartoniens ou pré-bartoniens. Or si, dans toute la région basse de la rive droite du Var, aucun lambeau n'a encore été trouvé des niveaux anté-bartoniens observables à l'état très développé de l'autre côté (La Palarea, Menton-Garavan, La Murtola, etc.), il est résulté des premières observations faites aux environs de Saint-Vallier de Thiey (A.-M) qu'il existait là un niveau gréseux à *N. crassus*[1], en dessous du Bartonien à *N. striatus-contortus*; et, plus bas encore, en contact direct avec le Crétacé, Cénomanien ou Néocomien, des lambeaux de poudingue, d'une composition tout analogue à ceux de la descente de la Cagne.

Ce faciès de poudingue infra-lutécien est certainement très répandu, car c'en est un tout à fait analogue que fit voir à la Réunion extraordinaire de 1895, M. Kilian, près de Fontiennes (Basses-Alpes)[2]. Il y a donc là une présomption d'âge autorisant, dans la bande marginale de l'Éocène de Vence, une subdivision fondée autrement que celle de M. Zürcher, c'est-à-dire distinguant le Bartonien lacustre du Bartonien marin par une simple lettre adven-

1. A. Guébhard. Esquisse géologique de la commune de Mons (Var). *Bull. Soc. Ét. scient. Draguignan*, XX, 1895, p. 303,

2. W. Kilian. Excursion du 20 septembre 1895 à Forcalquier. *B. S. G. F.*, (3), XXIII, 1895, p. 839.

tice, et donnant aux seuls dépôts subordonnés un exposant provisoire immédiatement inférieur. Quant aux *sables rutilants* de Coquand, c'est-à-dire à l'horizon manganésifère, qui, minéralogiquement, tranche d'une manière si vive sur le reste du Nummulitique, il demeure impossible à détacher stratigraphiquement du Nummulitique jaune superposé, c'est-à-dire du Bartonien.

13. *Rectifications et confirmations.* — Ainsi se trouveront réparées les erreurs de notation que nous a fait commettre à nous-même, sur notre carte [1], à l'intérieur de contours justes, la confusion de cet horizon avec celui qui, toujours jusqu'ici, lui fut identifié, des sables également bariolés, mais *pâles*, réellement inférieurs. La seule de ces rectifications qui ait quelque importance, concerne un grand lambeau de sables rouges observé au sud de La Colle (A.-M.) au quartier de Montmuille, en dessous duquel ont été trouvés, en bordure du synclinal tertiaire, des fossiles, qui, par l'aspect verdâtre et crayeux de leur gangue, paraissaient bien signaler celle-ci comme formée aux dépens du Crétacé voisin, dont ils occupaient, contre le Jurassique, la place.

Or l'examen de M. G.-F. Dollfus [2] y a révélé, au milieu d'un grand nombre d'exemplaires empilés de *Modiola subcarinata* Lmk., des *Cardium granulosum*? Lmk., *Anomia tenuistriata* Desh., *Lucina* sp., plusieurs *Orbitolites complanatus*, avec Biloculines, Triloculines et Spiroloculines qui ne laissent absolument aucun doute sur l'âge lutécien de ce lambeau isolé et tout limité : Lutécien sans doute un peu supérieur à celui de La Palaréa, que M. Dollfus identifie avec le Calcaire grossier inférieur, tandis que ceci équivaudrait exactement au niveau du *banc royal* du Calcaire grossier de Paris, et serait, par conséquent, du sommet du Lutécien moyen.

Entre ce banc et les sables rouges, tout couverts de bruyères, qui supportent les calcaires nummulitiques à *Rotularia spirulæa*, se trouve, à la même place, et sur une étendue bien plus grande, un autre calcaire, de texture infiniment plus fine et serrée, lité en petits bancs d'une dizaine de centimètres au plus d'épaisseur, et se cassant de préférence suivant des plans perpendiculaires aux surfaces de lit, pour montrer alors des empreintes vacuolaires de Cérithes, dont M. G. F. Dollfus a pu faire des moulages assez nets pour y reconnaître encore des formes certaines des Sables moyens,

1. A. Guébhard. Sur les recoupements et étoilements de plis observés dans les Alpes-Maritimes. *CR. du 8e Congrès géologique international de 1900*, p. 631-646, pl. VI.

2. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 325.

voisines de l'une ou de l'autre des deux formes, très voisines elles-mêmes, *C. Bouei* Desh. et *C. crenatulatum* Desh., confirmées par la présence, dans un des fragments, d'un petit fossile du même niveau, *Avicula Hoernesi* Desh.

Voilà donc une preuve nouvelle, et indépendante des précédentes, pour relever au Bartonien les sables rutilants du Garumnien de Coquand. Mais voilà aussi, dans ces deux niveaux plus ou moins saumâtres, trouvés directement au-dessus du Jurassique, dans un endroit où, à l'exception d'un peu de poudingue visible dans la petite gorge qui descend de l'angle N.E. du plateau de Montmuille au vallon de l'Escouar, ne se voit rien qui rappelle les dépôts inférieurs de la Cagne et de la Prée, voilà une présomption nouvelle pour donner à ces derniers dépôts. par équivalence, le même âge lutécien qu'à ceux qui, ici, sont, par leurs fossiles, dûment datés.

14. *Résumé.* — En somme, après avoir établi, grâce aux observations de M. G.-F. Dollfus, que le calcaire blanc siliceux de la Cagne, et les *meulières* incluses, étaient du Bartonien, nous nous sommes trouvés amenés à rattacher au Bartonien, comme étant compris entre cet horizon et le Bartonien supérieur, depuis longtemps connu, les *sables rutilants* (horizon manganésifère de Coquand) et à en distinguer, comme étant séparée d'eux par toute l'épaisseur du calcaire blanc siliceux, une grosse masse, également bigarrée, mais dans les teintes claires, de poudingues, sables et argiles, qu'il a paru légitime de regarder comme équivalents aux traces de Lutécien, détritiques ou saumâtres, qui, en divers endroits, marquent visiblement la première interruption de l'hiatus post-crétacé.

RELEVÉ DES HORIZONS A SILEX
OBSERVABLES DANS LES PRÉALPES MARITIMES

par M. A. GUÉBHARD

1. *Jurassique.* — Le Jurassique des Préalpes maritimes montre, un peu en dessus de sa base bajocienne, et un peu en dessous de son sommet portlandien, deux horizons de silex, tellement caractérisés et tellement constants, qu'une fois distingués l'un de l'autre minéralogiquement[1], ils s'imposent au géologue comme premiers repères stratigraphiques à travers l'apparente monotonie des affleurements calcaires et la réelle uniformité des bancs dolomitiques. Sans le premier, la distinction des oolithes brunes bathonienne ou bajocienne serait souvent des plus difficiles ; et, sans le second, qui fait ressortir toutes les sinuosités de contours du Kimeridgien-Virgulien, c'eût été tâche impossible, au milieu d'un Jurassique supérieur que n'avaient pas encore permis de différencier les heureuses trouvailles de fossiles de Mons (Var)[1], que d'essayer de débrouiller les complications de structure de l'encadrement mouvementé du singulier bassin cruciforme de St-Vallier de Thiey.

De là à attribuer uniformément au Virgulien toutes les apparitions supérieures de silex, l'entraînement était fatal, jusqu'au jour où certaines difficultés, constatées mais irrésolues sur place, trouvèrent leur explication sur l'un des bas sommets du Mont Cheiron, celui de la Courtine (point 1662) à l'E. du signal de Coursegoules, où apparurent, au milieu d'une abondante récolte de fossiles oxfordiens, à la place que la Feuille de Nice a marquée J^{8-5}, des nodules siliceux, zonés de blanc et gris clair, absolument semblables à ceux des pierres lithographiques de Ferrier à *Exogyra virgula* Goldf.

Ici, aucun doute ne pouvait exister sur le caractère oxfordien de ces bancs, contigus à d'autres glauconieux ou grumeleux détritiques, tout remplis de fossiles caractéristiques. D'ailleurs ce faciès a été retrouvé, depuis lors, en maints endroits, avec une variété d'aspect du silex qui était bien faite pour augmenter encore les chances de confusions[2]. Aussi, que d'erreurs cela n'avait-il pas dû

1. Voir ci-dessus, pour la diagnose : W. Kilian et A. Guébhard. Étude paléontologique et stratigraphique du système jurassique dans les Préalpes maritimes, p. 741.
2. Voir la note ci-dessus citée.

faire commettre! Je n'oserais assurer avoir d'ores et déjà corrigé toutes les miennes; mais, du moins, m'y suis-je efforcé, et ce n'est pas de moi qu'il a dépendu que la Feuille de Nice, aux environs de la route de Vence à Coursegoules (route très inexactement tracée elle-même) persistât à englober dans une nappe de Jurassique supérieur, qui n'eut jamais ni cette forme ni ces kilomètres d'extension, presque tous attribuables à l'Oxfordien, les endroits mêmes où la Réunion extraordinaire de 1877 avait récolté en abondance la « faune de la zone à *Ammonites transversarius* ». [1]

Il ne semble pas qu'il y ait, dans le Jurassique préalpin, d'autre horizon siliceux ; car les nodules clairsemés qui se rencontrent dans les bancs à *Rhynechonlla trilobata* Zeit. sp. et à Térébratules du groupe *T. farsinata* Douv., ne sont que les précurseurs de ceux qui remplissent la base du Virgulien.

Peut-être, cependant, est-ce au Jurassique qu'il faudrait attribuer un certain faciès de calcaire blanc qui, recouvrant à Gourdon et Courmes, sur une grande épaisseur, le vrai calcaire blanc portlandien, et formant la crête des hautes barres sur le Loup, m'a depuis longtemps fort intrigué, faute d'équivalences jamais rencontrées. Observé là sur une grande étendue, car il remonte à l'ouest jusque dans les plissottements de la nappe jurassique qui remplacent, du côté de l'Embarnier, la continuité de bande crétacée figurée sur la Feuille de Nice, il se confondrait absolument avec les bancs subordonnés, sans la présence d'incrustations siliceuses brunâtres, tantôt esquilleuses, fragmentaires, tantôt lamellaires, lichénoïdes, et souvent dessinant la forme empâtée ou la section érodée de quelque coquille, grande Nérinée ou Gryphée. Au-dessus, vient immédiatement le Cénomanien argilo-calcaire, auquel plus d'un trait semblerait le rattacher à Gourdon, si, à Courmes, au haut de la descente du sentier du Bès dans les Gorges du Loup, ne se voyait la subordination de ce même banc à un lambeau de Gault fossilifère.

En l'absence de tout fossile reconnaissable, il faut se résoudre à laisser indécise, pour le moment, entre Jurassique et Crétacé, l'attribution de ce faciès tout localisé.

2. *Crétacé.* — L'existence de cordons siliceux, en rognons ou en plaques [2], est depuis longtemps connue au niveau supérieur de l'*Ostrea columba* var. *maxima*. L'excursion du 7 septembre en a vu un exemple à Clars, au km. 13,3 de la route 85. Le 6, on en

1 *B. S. G. F.*, (3), V. 1877, p. 785. Réun. extr., p. 51.

2. Les plaques sont bien visibles sur la route d'Andon à Gréollières, aux approches de ce dernier village.

avait recoupé de gros bancs au delà du pont du Loup, en-dessous de l'horizon fossilifère dont le rattachement définitif au Turomien[1] fait se poser la question d'un relèvement possible du niveau à silex lui-même.

Mais je ne sache pas que la présence de silex ait été encore signalée dans le Néocomien. Il ne s'agit, il est vrai, que de celui d'outre-Siagne. Observé d'abord à La Martre (Var), où il supporte les premières maisons du village, puis à Bargême au-dessus d'un banc lumachelle, surmontant lui-même une oolithe ferrugineuse à magnifiques fossiles hauteriviens, mais le tout, probablement en position renversée ; les relativités stratigraphiques s'en peuvent mieux préciser à l'est du col de la Crous, entre Comps et Jabron (Var). On voit là, au-dessous de la lumachelle, des dalles minces, toutes pénétrées de grands silex noirs à profils singuliers d'ossements allongés. Dégagés de la roche, ces silex se présentent avec un aspect extérieur plutôt gréseux, dû à une croûte brune foncée, toute piquetée de blanc par des fragments de tests de coquilles, parmi lesquelles se distingue, en section, une toute petite Exogyre de 4 à 6 mm. à peine. Une zone châtain clair prolonge cette croûte vers l'intérieur, à noyau noirâtre sans traces de coquilles, à cassure franchement vitreuse, brillante, conchoïdale.

En dessous, et après deux mètres environ d'argile bicolore à *Echinospatangus cordiformis* il y a un nouveau banc grésiforme de calcaire en dalles, mais sans silex, recouvrant des argiles remplies de petites Térébratules avec *Trigonia caudata* Ag. et la petite Exogyre qui marque, à Clars, en compagnie d'*Hoplites Inostranzewi* Karakasch, la base du Crétacé. Ici il y a encore 1 m. environ d'un calcaire dolomitoïde, jaune foncé, presque noirâtre, puis le Jurassique. Il est donc certain que c'est à la partie inférieure de l'Hauterivien que se rattache l'horizon siliceux.

Tertiaire. — Aux confins des communes de Vence, St-Jeannet, La Gaude, se développe, au voisinage de la Cagne, un horizon de calcaires blancs à silex, dont l'âge, jusqu'ici fort discuté, vient d'être établi définitivement bartonien, grâce à une trouvaille inespérée de fossiles, qu'a pu reconnaître M. G. F. Dollfus[2]. A l'ouest de la Siagne, plusieurs autres horizons, très analogues d'aspect, et souvent confondus entre eux sur la Feuille de Castellane, se montrent sur les terroirs d'Eoulx, Brenon, Châteauvieux, etc. Mais

1. Voir ci-dessus : J. Repelin, Contribution à l'étude du Crétacé supérieur à la limite du Var, des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes, p. 868.

2. Voir ci-dessus : A. Guébhard, Sur les débuts de l'Eocène aux environs de Vence (A.-M.), p. 917.

la région d'entre Siagne et Var, à laquelle se limite pour le moment, notre étude, ne paraît pas comporter d'autres calcaires à silex tertiaires que ceux de la Cagne.

Il y a bien, en dessous de St-Raphaël de Vence, de gros bancs de calcaire blanc, qu'après les avoir parfaitement distingués du Portlandien, malgré une ressemblance déconcertante, et après avoir aussi nettement décrit[1] leur rôle de barrage, en muraille presque verticale, à peine déversée, au devant de la nappe triasique. vue ici par M. Zürcher chevauchant « de trois kilomètres au moins » sur son substratum, A. Potier qualifiait de « calcaires siliceux » et assimilait plus loin au calcaire de la Cagne. En réalité. le véritable analogue de ce calcaire, siliceux seulement dans sa pâte oolithique et point par inclusions, se trouve dans les barres miocènes de Courmettes, sur le Loup, et du Pret. au-dessus de Tourrettes, avec des fossiles qui, soumis à M. Depéret[2], ont montré qu'il s'agissait d'une simple continuation supérieure de la mollasse burdigalienne à Clypéastres.

4. *Résumé*. En somme les cordons de silex qu'on peut observer, de haut en bas, sont :

d'une manière constante :	*irrégulièrement :*
	Débuts du Bartonien
Haut du Cénomanien	
	Hauterivien d'outre-Siagne Calcaire infracrétacé de Gourdon.
Virgulien	
	Bancs à *Rh. trilobata.* Oxfordien moyen.
Bajocien	

1. Réunion extraordinaire de 1877, p. 52.

2. A. Guébhard. Observations géologiques dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900. p. 321.

SUR LES BRÈCHES ET POUDINGUES OBSERVABLES ENTRE SIAGNE ET VAR

par M. A. GUÉBHARD

1. *Définitions.* — En un pays aussi tourmenté que les Préalpes Maritimes, où chaque grande dislocation semble avoir été marquée par une éjection de produits éruptifs, on doit rencontrer en abondance brèches et poudingues : les premières, produit d'amalgamation sur place, par un ciment presque toujours calcaire, des débris anguleux de démolitions statiques ou dynamiques, accumulés par la pesanteur ou par une trituration tectonique ; les autres, agglomérats à ciment plutôt siliceux, de galets arrondis par le charriage des eaux courantes ou l'oscillation des vagues. De la superposition des causes, ou du remaniement des produits, ont dû résulter des *poudingues bréchoïdes,* ou des *brèches à galets*, qui, en effet, s'observent fréquemment.

Mais l'identité du mécanisme, à des âges très divers, devait identifier l'aspect physique, et les différenciations ne seront possibles que grâce à des superpositions bien constatées, à des inclusions bien reconnaissables, à des fossiles bien conservés ; toutes circonstances relativement exceptionnelles, en sorte que l'erreur est facile. Instruit par elle, et sans m'en prétendre affranchi pour toujours, j'apporte ici les renseignements qu'elle m'a fournis.

2. *Jurassique et Crétacé.* — La rencontre de brèches est fréquente au milieu du Jurassique [1] ; et même quelques-unes de celles-ci, par l'homogénéité de leurs éléments, sembleraient pouvoir constituer de vrais faciès stratigraphiques : en réalité, il ne s'agit jamais que de lambeaux que leur situation montre comme brèches de trituration et non de dépôt, brèches tectoniques et non stratigraphiques, à rattacher, par conséquent, non au Jurassique, mais à l'époque de leur formation, c'est-à-dire, comme nous l'établirons plus tard, à la fin de l'époque miocène.

La fin du Crétacé, dans la zone des Préalpes maritimes proprement dites, est marquée exceptionnellement par une sorte de pou-

1. Je laisse hors de compte l'Infralias, dont les Cargneules semblent bien être une sorte de *brèche inverse*, où le ciment seul aurait résisté aux dissolutions destructives des noyaux polyédriques constituants.

dingue très spécial qui signale, dans les Préalpes varoises, c'est-à-dire de l'autre côté de la Siagne, la fin du Cénomanien et le début de l'étage suivant. A proprement parler, ce n'est pas un conglomérat. Le plus souvent, il s'agit de petits lits minces, de vrais cordonnets de graviers clairsemés, étendus en lignes dans la masse même du calcaire, plus ou moins gréseux, ou pénétré de grains hyalins. Les galets, tous siliceux, et presque tous noirs, d'une roche dont je n'ai pu identifier la provenance, sont très petits, très usés, arrondis en ovoïde ou aplatis en disque, comme des graviers de plage sableuse. Cet horizon est celui-là même où se rencontrent, conservés avec une grande délicatesse d'ornements, des fossiles qui n'eussent pu supporter l'agitation d'une rive pierreuse, telle qu'est actuellement celle de Nice. Les *Aporrhaïs* de la Selle d'Andon (pl. L) en proviennent ; et les fossiles y sont encore assez nombreux, au seul autre point de la région où il ait été noté, au quartier de la Prée, limite des communes de Saint-Jeannet et de La Gaude.

3. *Eocène.* — A la place précitée, il supporte un ensemble versicolore, tout de nuances claires, de marnes, sables et poudingues, qui, renfermant, dès la base, des produits de démolition du Crétacé, prouve, par cela même, que, s'il lui a emprunté sa couleur vert clair en se formant à ses dépens, il lui est fort postérieur, et représente plutôt les débuts de l'Eocène dans la localité. Débuts assez tardifs, car cette formation se continue en haut par des bancs de meulières à Joncs ou de calcaires blancs à silex, qui, rattachés anciennement à l'étage garumnien, et, récemment, par M. Zürcher, aux calcaires à *Planorbis pseudoammonius* des Préalpes varoises, ont été, à la suite d'une heureuse trouvaille de fossiles, démontrés du Bartonien presque supérieur par M. G.-F. Dollfus [1].

Peut-être pourrait-on cependant rapporter au Lutécien la formation des poudingues subordonnés, car le Lutécien a laissé des traces isolées à La Colle (A. M.) et d'autres, plus importantes, à Saint-Vallier de Thiey, où le début se fait justement par un poudingue, à galets surtout crétacés.

Dans la région varoise, le Tertiaire débute aussi fréquemment par un poudingue à éléments presque uniquement crétacés et quelquefois à peine émoussés, formant par exemple, à Jabron (Var) une grosse brèche.

1. Voir p. 908 la notice *sur les débuts de l'Eocène*, etc.

Mais il s'y ajoute ordinairement des calcaires d'eau douce [1] et d'autres poudingues qui n'ont pas leur équivalent par ici, et qui sortent du cadre de cette étude.

Par contre, il faut signaler, pour les distinguer de la formation bariolée de la Cagne et de La Prée, des poudingues qui accompagnent souvent une autre formation bigarrée, mais de couleurs beaucoup plus vives que la précédente, et supérieure, non inférieure, aux calcaires blancs à silex, formation qui, souvent riche en veines de manganèse, semble n'être qu'un métamorphisme de la base gréseuse du Nummulitique bartonien, au voisinage de l'éruption labradoritique. La présence de poudingues au milieu de sables rutilants, souvent sans fossiles, explique la confusion qui avait persisté jusqu'à ce jour entre ce niveau et celui que Coquand assimilait au Garumnien.

Enfin, plus haut encore, il arrive que le Bartonien supérieur, à Orbitoïdes et petites Nummulites, prenne la forme de Poudingue, ainsi que cela se peut voir à l'amorce de la route de Thorenc sur la route nationale, au N. de Saint-Vallier. Mais c'est plutôt, alors, un agglomérat grossier, peu roulé, où dominent les miches de l'époque même, plutôt que les roches siliceuses. Il est rare que cela puisse prêter à confusion.

4. *Miocène.* — Ce n'est pas non plus ici le lieu de décrire les importantes formations de poudingues miocènes supérieurs de la région d'Eoulx (Basses-Alpes), que la Feuille de Castellane a notées comme Eocène le plus inférieur.

Le poudingue par lequel débute le Miocène de la région de Vence est intimement lié avec la mollasse superposée et, même là où il semble s'en différencier nettement, comme au quartier de la Prée, de La Gaude, avec son aspect de lumachelle gréseuse pétrie de grosses Huîtres et de petits Pectinidés, ravinant directement les meulières supérieures du Bartonien lacustre, l'examen de ces fossiles, fait par M. Depéret, a démontré qu'il n'y avait qu'un faciès local du début du Burdigalien [2].

Tout auprès de cet endroit, dans le sentier qui monte du gué de La Billoire, par le Peyron, vers les Collets, on peut voir ce faciès, toujours englobant des Huîtres, passer à un poudingue bréchoïde, mêlé de galets arrondis et d'autres à peine émoussés. Ailleurs, comme à la gare des Tourrettes-sur-Loup, on voit en grosses mas-

1. Notamment à La Roque-Esclapon. (Cf. A. Guébhard et L. Laurent. Sur quelques gisements nouveaux de végétaux tertiaires, *AFAS*, XXIX, 557, 1900).

2. A. Guébhard. Sur un faciès inférieur du Miocène. *B. S. G. F.*, (4), I, 540, 1901.

ses ce poudingue, devenu brèche presque complètement, et tellement compact qu'avec sa patine noire mate et sa surface grenue, il offre exactement le même aspect extérieur que la dolomie portlandienne contiguë et ne s'en distingue que par la mosaïque polychrome de ses larges cassures, ou l'aspérité anguleuse de ses éléments mis en saillie par l'érosion. Les bases de cette brèche prolongent à l'ouest et au sud, bien plus longuement et plus largement que ne l'a marqué la Feuille de Nice, le bassin mollassique, déjà invraisemblablement étriqué à l'est, et délimité avec un manque de précision qui a aggravé singulièrement, au lieu de l'atténuer, l'inexactitude des tracés de la carte ancienne d'Edmond Blanc [1]. Enfin cette même brèche se voit encore, entre autres, sur la bordure discontinue que forme, en barres, le Jurassique, à l'important synclinal du N.E. à S.O. que dessine la Mollasse, à partir de Tourrettes-sur-Loup, sur un kilomètre de large et trois de longueur, dont deux encore totalement supprimés par la Feuille de Nice.

Dans la grande barre miocène qui s'étend au nord de Tourrettes-sur-Loup, du Caire au Villars, on note une double alternance de poudingue et de brèche à gros éléments, qui semble bien due à un étirement de pli couché, mais qui, en tout cas, supérieure à la Mollasse à *Pecten præscabriusculus*, à l'oolithe blanche à *P. restitutensis*, et aux « Marnes sableuses » d'Edmond Blanc, où j'ai trouvé une faune helvétienne, se termine elle-même par un poudingue, que cette superposition obligerait ici à regarder au plus comme pontien, lors même que des trouvailles de fossiles faites, en d'autres régions, en dessous de lui, n'auraient pas déjà imposé cette conclusion [2].

Conglomérats labradoritiques. — Le poudingue précédent contient des blocs de roche éruptive, dont certains paraissent bien provenir des pointements voisins, de la route de Vence à Tourrettes, que recouvre nettement le poudingue inférieur de la Mollasse. Mais, à l'abondance de ces galets, il semble difficile qu'ils aient pu venir tous de ces points restreints, et il y a des miches brunes que leur aspect compact semble distinguer des galets roses, violets et gris clair, très friables qui prédominent dans l'éruption anté-burdigalienne, et, au contraire, rapprocher des produits qui, dans la région de Biot, couvrent de nombreux kilomètres carrés, et dont l'âge a pu être fixé vers la fin du Pontien [3].

1. Réunion extraordinaire de 1877, *B. S. G. F.*, (3), V, pl. XVI.
2. A. Guébhard. Sur quelques gisements nouveaux de plantes tertiaires en Provence. *B. S. G. F.*, (3), XXIX, p. 913, 1900.
3. Voir p. 885 la notice : Depéret et Guébhard. *Sur l'âge des Labradorites de Biot.*

Ces produits eux-mêmes affectent fréquemment, aux environs de Biot, un aspect stratifié de conglomérats roulés, qui avait imposé aux géologues de la réunion extraordinaire de 1877 l'idée d'une intervention aqueuse dans le phénomène igné. La preuve a été fournie par la trouvaille, dans certains lits cinéritiques de la base, d'un horizon ligniteux et d'une faunule d'eau douce qui a été reconnue par M. Depéret comme analogue à celle de Cucuron. C'est donc sous l'eau ou au voisinage de l'eau que se sont produits les épanchements, et il n'est pas étonnant que, sur les plages, les blocs se soient tantôt arrondis et groupés en lits de vrai poudingue, tantôt délités en sable, dont l'agglomération ultérieure devait fournir les grès réfractaires de Biot, universellement recherchés comme pierres à fours.

5. *Brèches tectoniques.*— C'est à la fin du Miocène, bien certainement, qu'il faut rapporter certaines brèches qui, tantôt par l'uniformité de leurs éléments, feraient penser à un simple faciès bréchoïde de tel ou tel niveau ; tantôt, au contraire, par l'amalgamation de galets ronds des poudingues les plus récents, avec des fragments anguleux du Jurassique de divers niveaux, mais surtout supérieurs, attestent leur origine mécanique et confirment le rôle de *jalons synclinaux* que doit leur faire attribuer leur constant alignement sur des axes reconnaissables et leur forme habituelle de petits fuseaux, apparaissant comme les résidus de la trituration des parties supérieures de l'écorce brisées les unes contre les autres, dans le heurt de têtes des plis décollées des parties profondes [1].

En bordure de ces brèches spéciales, certainement postérieures au dernier Poudingue, puisqu'elles en contiennent des éléments, s'en observent d'autres, qu'on pourrait, par antiphrase, appeler *homogènes*. C'est presque toujours le plus supérieur d'entre les bancs résistants pincés dans le mouvement, c'est-à-dire ordinairement le Calcaire blanc portlandien, qui en fait les frais, cimenté par des veines rouges qui le transforment souvent en un vrai marbre d'ornement. Mais d'autres fois il y a amalgame avec le banc le plus inférieur, lorsque celui-ci n'est pas particulièrement plastique, et les brèches qui, à Mauvans, sur la route de St-Vallier à St-Cézaire, recouvrent une nappe prétendue recouverte, fournissent de ce second cas un exemple, comme, du premier, la muraille

1 A. Guébhard. Théorie génétique des apparitions singulières d'accidents récents en plein Jurassique inférieur, dans le S.-O. des Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, (4), I, p. 612, 1901.

de brèche portlandienne qui arête [1], verticale, le chevauchement horizontal du Bathonien supérieur.

6. *Pliocène.* — Au-dessus du poudingue supérieur des barres du Caire, à Tourrettes-sur-Loup, se voit, à l'est du Villars, une sorte de grande carapace dure de brèche consolidée en nappe, que son aspect tendrait à faire prendre pour un rideau d'éboulis de la barre voisine à base triasique. C'est, sans doute, à une brèche analogue que fait allusion la Légende de la Feuille de Nice : « De puissantes masses de brèches, à éléments souvent énormes, constituant une formation de pied de falaise, et dans laquelle s'intercalent, par places, des bancs bien réglés de poudingues (Le Broc), couronnent les couches miocènes ».

Et comme en voit, en divers lieux, et particulièrement bien sur la route de la Manda à Gattières, au lieu dit les Vallières, le poudingue pliocène recouvrir à son tour ces brèches, il paraissait tout naturel, ainsi que l'a fait la Feuille, de les englober sous la désignation m^4, dans le Pontien.

Mais voilà qu'en un point tout voisin de celui qui est cité en exemple, au coude de la route de Gattières à Carros sur le profond ravin des Gourgs, des fossiles apparus dans cette brèche (bien la même qui, depuis le quartier des Vallières, après avoir formé toute la colline du Castellar, est remontée jusqu'ici) des fossiles franchement pliocènes [2], sont venus démontrer que, s'il y avait déjà des brèches miocènes inférieures, burdigaliennes (gare de Tourrettes), et des brèches miocènes supérieures, pontiennes, (barre du Caire), il en était encore d'autres, pliocènes inférieures, et sans doute équivalentes au faciès de lumachelle sableuse ou de *panchina* de Biot, qui, ailleurs, et notamment sur le pourtour du bassin de La Colle et Villeneuve-Loubet, paraît marquer le début du Pliocène.

La nuance, en vérité, ne serait pas bien grave, si elle se bornait à un changement de symbole, de m^4 en p_1. Mais, en réalité, il s'agit d'une adjonction et non d'une simple substitution de signes ; d'une dualité et non d'une transposition de niveaux ; et cela seul peut donner la clef des incessantes contradictions auxquelles on se heurte en parcourant ce pays, où, l'on voit, par exemple, au Villars, de Tourrettes, de la brèche à la fois au-dessous et au-dessus du poudingue (il s'agit alors du poudingue miocène), et à

1. Voir p. 545, fig. 18.

2 M. Depéret (*B. S. G. F.*, (4), III, 1903, p. 323) a reconnu, entre autres, *Pecten benedictus* Lam., *Strombus coronatus* Defr., *Chlamys scabrellus* Lam., *Chl. bollenensis* Font., *Ostrea cochlear* Poli, *O. perpiniana* Font.

Gattières, du poudingue, tantôt par-dessus, tantôt par-dessous la brèche : il s'agit alors des deux poudingues m^4 et p_1, ou encore d'intercalations de poudingue *dans* la brèche, comme on le peut voir avec une grande netteté à la traversée de la branche orientale du vallon de St-Estèphe par la nouvelle route stratégique inachevée de Gattières à St-Laurent du Var.

Mais, là encore, des fossiles, soit de la brèche, soit des argiles intercalaires, datent cette formation comme pliocène et la distinguent des argiles helvétiennes sur lesquelles elle repose [1]. Tout cela crée, dans ce coin de carte, de si multiples causes d'erreur, qu'il a fallu à l'auteur une longue et méticuleuse revision pour amener à une forme à peu près définitive l'ancienne rédaction des contours, qui résumaient pourtant déjà plus de deux mois d'explorations locales.

Mais pour la brèche du Broc, le doute est d'autant moins possible que j'y ai trouvé dernièrement [2], à l'angle de la route qui descend du village avec la route stratégique du Var, les mêmes fossiles qu'aux Gourgs de Carros et à St-Estèphe de Gattières, accompagnés de lithophages encore en place dans leurs alvéoles. Il y avait donc là un point de rivage pliocène, à la place de la continuité de substratum miocène que M. Zürcher a donnée comme base à son gigantesque charriage préalpin. Et, l'on peut même voir, au quartier de St-Martin de Gattières, la brèche disloquée recouvrir l'argile triasique de la « nappe recouvrante », en avant de laquelle se peuvent relever encore, au quartier des Clapières, des traces de Crétacé.

7. *Le poudingue du Var.* — Ici je dois me borner à citer un nom, car le conglomérat, dont l'énorme masse astienne recouvre, dans le delta du Var, toutes les autres formations [3], contenant en abondance les galets du Miocène mêlés à toutes sortes de roches primitives et à de nombreuses miches de labradorite, a été l'objet d'une magistrale étude de MM. Depéret et Caziot [4], où ont été excellemment rapportés les quelques détails que j'aurais pu fournir.

1. Cette superposition est particulièrement bien visible à l'entrée du village de Carros, où j'ai trouvé, dans l'argile, des restes de Crustacés ; sur le sommet du monticule, la brèche prend un aspect tellement compact que M. Zürcher l'a notée comme Jurassique « tombé ». Aux Clapières, un essai d'exploitation en très grandes tables, pour marbre, a été abandonné.

2. A. Guébhard. Age pliocène de la Brèche du Broc (A.-M.). *B. S. G. F.*, (4), III, 1903, p. 667.

3. Y compris l'épanchement labradoritique de Ste-Pétronille du Var, qui est raviné et pénétré en poches par le poudingue.

4. Depéret et Caziot. Sur les gisements pliocènes et quaternaires marins des environs de Nice. *B. S. G. F.*, (4), III, 1903, p. 321-347.

8. *Quaternaire.* — Quelques brèches ossifères, bien connues, analogues à celles du Château de Nice [1], et du Cap d'Antibes [2], ainsi que de la Combe de Mars, à Vence [3], d'où provient le squelette de *Felis leo* var. *Edwardsi*, récemment reconstitué par M. M. Boule au Muséum [4], ont fourni, dans les environs de St-Vallier [5], St-Cézaire, Grasse [6], des restes intéressants. Mais, malgré leur voisinage habituel des brèches que nous avons dénommées tectoniques, c'est-à-dire des grandes lignes de trituration, elles se présentent habituellement en taches isolées si peu importantes qu'il est impossible d'en faire mention sur la carte au 1/80 000.

9. *Brèches récentes.* — Celles-ci ne manqueraient certes pas d'éléments de formation dans les amas d'éboulis qui jalonnent toutes les grandes lignes de dislocation et particulièrement les barres jurassiques, très fréquentes, à crête callovienne. Mais il faut des circonstances spéciales pour produire la cimentation sur quelque étendue. Ces brèches se présentent alors sous la forme pseudo-stratifiée bien connue, de carapaces rougeâtres, souvent évidées, sur les pentes, par le délitement de parties de support moins bien consolidées ; ou quelquefois de chaos de monolithes isolés les uns des autres. Un exemple du premier faciès est observable à l'E. d'Escragnolles, entre les km. 19 et 18 de la route nationale, ou encore sur le chemin de St-Vallier à la Siagne, après la traversée du Vallon de Bramafan. L'autre mode constitue, dans la partie occidentale de la vallée de Caussols, et particulièrement au lieu dit Villevielle, des chapeaux protecteurs au-dessus du palier crétacé, au pied de la barre de Calern. Mais dans la région de Gattières, la distinction est souvent fort difficile entre cette brèche et celle qui, par places, a fourni des fossiles pliocènes.

1. Faujas Saint-Fond. Description de brèches coquillières et osseuses de montagne de Montalban, de celles de Cimies et de Villefranche. *Ann. Mus. hist. nat.*, X, An XI, pp. 409-426. — Aussi : Bronn. Italiens's Tertiärgebilde, in-8°, Heidelberg, K. Gross. 1831, pp. 5-10.

2. Tournouër. Notes paléontologiques sur quelques-uns des terrains tertiaires observés dans la Réunion extraordinaire de la Société géologique à Fréjus et à Nice. *B. S. G. F.*, (3), V, 1876 ; p. 854.

3. J.-R. Boudguignat. Note complémentaire sur diverses espèces de Mollusques et de Mammifères découverts dans une caverne près de Vence, 1868. 8° 12 p. Paris, V° Bouchard. — Description des ossements de grand *Felis* découverts dans une caverne près Vence. 1879. Gr. 4°, atl. de 12 pl. in-folio. Paris, Tremblay.

4. M. Boule. Une ménagerie d'animaux quaternaires. *Science, Arts, Nature*, VII, 1905, p. 263.

5. V. plus haut, CR. de la course du 6 Septembre, p. 561.

6. d'Archiac. Histoire des Progrès de la Géologie, t. II, 1848, p. 221.

10. *Poudingues récents.* — On ne peut guère qualifier que de cette façon de singuliers petits agglomérats stalagmitiques, à ciment rouge calcaire, identique à celui des brèches précédentes, mais à éléments parfaitement arrondis, usés, exclusivement siliceux, d'origines exotiques lointaines, restes évidents du lavage d'anciens poudingues totalement démolis, dont les derniers gros galets résistants se peuvent retrouver assemblés aux points bas des vallées (à La Malle, près St-Vallier, St-Christophe, au-dessus de Grasse, Bail, près Escragnolles), tandis que quelques petits graviers, longtemps conservés dans les anfractuosités rocheuses, peu à peu ont été rassemblés sur les lignes de ruissellement, et parfois recimentés en quelques poches, qui, mises à jour, montrent en placage adhérent, sur des roches le plus souvent anciennes (car c'est sur l'Infralias que les eaux se chargent le mieux en sels calcaires) cette singulière reconstitution de poudingues disparus, auxquels ils servent de témoins actuels.

C'est ainsi qu'en dessous des barres orientales de La Sarrée, sur le trajet du canal du Foulon, un de ces petits amas rappelle l'ancienne existence, sur le plateau, d'un lambeau de poudingue, dont il ne se retrouve plus aujourd'hui que quelques galets épars, mais qu'avait encore vu feu l'ingénieur Léon Pellegrin, au moment où il construisit l'audacieuse route de Gourdon [1].

De même, sur le premier palier du sentier de La Malle à Caussols, par le col de Frema muorta, quelques taches de tout petits graviers siliceux mènent, un peu plus haut, à l'E. du chemin, à des nids de poudingue menu, au même ciment rouge que les amas de brèche dure, qui, avec quelques inclusions analogues, recouvrent là les argiles de l'Infralias, débordantes en bavure sur celles du Cénomanien. En suivant les petits cailloux à la piste, on arrive à en retrouver l'origine à l'E. du col même, dans une dépression du plateau, où ils témoignent, posés directement sur le Bathonien inférieur, de l'ancienne présence, à cette altitude de plus de 1 300 m., de lambeaux, tout au moins, d'un poudingue, dont on ne retrouve plus (à l'exception de deux ou trois galets, peut-être rapportés) de traces caractérisées dans la grande vallée de Caussols, mais qui, par un petit paquet anciennement constaté à La Bouissière

1. En ne l'inscrivant point sur notre *Carte du S. O. des Alpes-Maritimes*, malgré les traces qui en sont encore visibles, dans l'axe même d'un des synclinaux dont l'existence fut constatée à la course du 9 Septembre, nous avons voulu montrer à quel excessif scrupule nous avons toujours obéi dans l'utilisation des accidents géologiques, même les plus réels, à l'appui de nos vues théoriques.

(1 200 m.), se rattache presque certainement aux grands bancs pontiens de St-Vallier.

11. *Formation actuelle.* — Enfin il faut mentionner encore la constatation curieuse faite par Léon Pellegrin en creusant les fondations du nouveau pont de la Brague, sur la route de Nice à Antibes. Des bancs d'un poudingue extrêmement dur se rencontrèrent là et nécessitèrent l'emploi de la mine. Or l'emplacement du pont, très voisin du rivage, paraît bien appartenir au cordon littoral actuel plutôt qu'au Pliocène voisin et il ne semble pas que ce poudingue puisse provenir d'autre chose que de la cimentation sur place des galets. Sans doute celle-ci a-t-elle été favorisée par le voisinage de la rivière, saturée de sels qui s'évaporent au ralentissement de son cours, sous le soleil de la côte. Ou encore par la formation de petites mares, comme on en voit toute une ligne parallèle au rivage. Ou, plus simplement, par l'infiltration *a supero* des eaux de la couche d'humus qui forme, par là, de riches prairies.

12. *Résumé.* — En somme, voici le résumé chronologique, de haut en bas, des brèches et poudingues observables entre Siagne et Var :

	Poud. du cordon littoral..	*Actuel.*
Brèches des pentes.	Poud. stalagmitique . . .	*Récent.*
Brèches osseuses.		*Quaternaire.*
	Poudingues du Var. . . .	*Astien.*
Brèche du Broc.		»
Brèche des lambeaux paradoxaux.		*Pontien ?*
Brèche moyenne et.	Poudingue supérieur des barres du Caire. . . .	»
Brèches labradoritiques et	Conglomérats de Biot . .	»
Brèche de la gare et. . . .	Poudingue inférieur de Tourrettes s/L.	*Burdigalien.*
	Poud. des sables bigarrés.	*Bartonien.*
	Poudingue de la Cagne. .	*Lutécien ?*
	Poudingue vert.	*Turonien ?*

NOTE

SUR L'AFFLEUREMENT CHARBONNEUX DE VESCAGNE

par M. P. JEANCARD.

En décembre 1898, sous l'influence de la hausse des combustibles, on entreprit des recherches dans les Alpes-Maritimes, et principalement en un point de la vallée de la Cagne appelé Vescagne. Ce sont les résultats géologiques d'une enquête de plusieurs mois qui sont relatés ci-après.

Situation géographique du bassin charbonneux. — La couche de charbon qui affleure à Vescagne apparaît en d'autres points de la région, que j'indique dans la carte de la figure 1. Le bassin dont

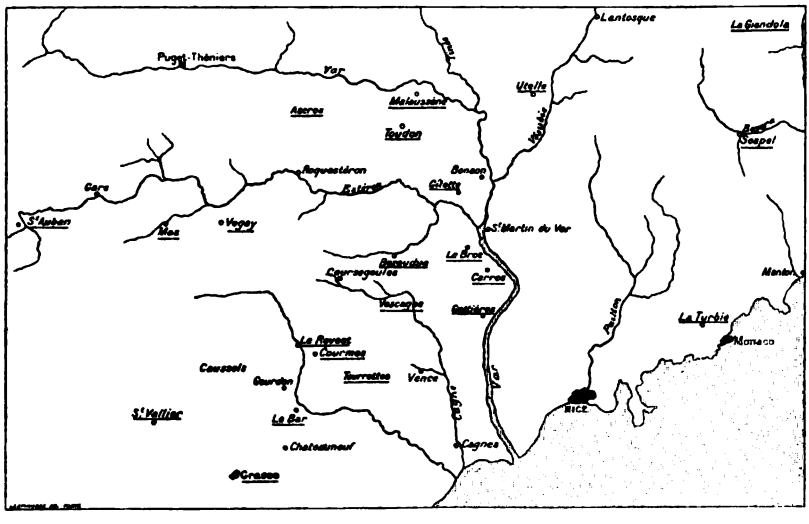


Fig. 1. — Carte des affleurements charbonneux des Alpes-Maritimes. (noms soulignés). — Échelle : 1/600 000.

elle est le vestige, de forme elliptique, mesure environ 60 km. suivant le grand axe et 20 km. suivant la direction perpendiculaire. Le grand axe est sensiblement orienté du sud-ouest au nord-est. Le contour extérieur est dessiné par les affleurements suivants : La Giandola, Sospel, La Turbie, Vence, Tourrettes-sur-Loup, Le

Bar, Grasse[1], Saint-Auban, Ascros, Toudon, Malaussène, Utelle. Il se peut qu'il s'étende au delà de ces limites à l'est et au sud, mais il ne m'a pas été possible de constater l'existence de la couche au delà des limites que j'indique. Au nord et à l'ouest, la couche s'amincit et disparaît.

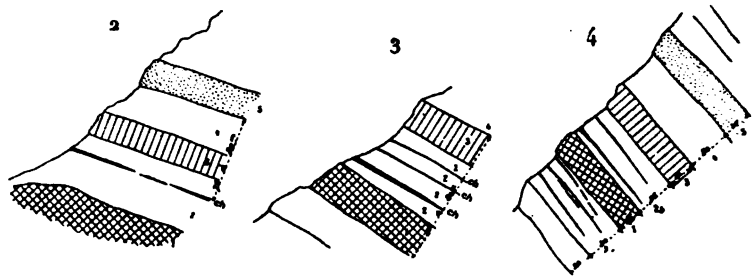


Fig. 2, 3, 4. — Coupes, au Touronnet de Tourrettes (Branche nord de l'anticlinal) [Fig. 2]; à Carros [Fig. 3]; à Toudon [Fig. 4]. — 1, Gypse du Trias; 2, Marnes irisées triasiques avec filets de charbon (ch); 3, Dolomie infraliasique inférieure; 4, Marnes; 5, Dolomie infraliasique supérieure.

Situation géologique. — Les affleurements charbonneux des Alpes-Maritimes se trouvent dans l'étage du Trias, qui se compose des terrains suivants : à la base, des masses puissantes de gypses diversement colorés, au-dessus desquelles est une couche de marnes versicolores, qui renferme le charbon, en une ou trois couches de peu d'épaisseur, au mur desquelles est généralement une ligne de rognons de carbonate de fer et de pyrites. La puissance moyenne de ce banc de marnes est de 30 mètres.

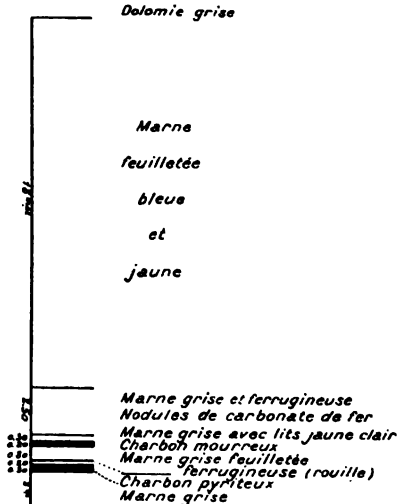


Fig. 5. — Détail de la couche 2b de la fig 4.

Un banc de dolomies grises de 20 mètres environ d'épaisseur, forme l'étage suivant, auquel succèdent les marnes à cargneules de l'In-

1. M. Guébhard ajoute intermédiairement, pour la commune de St-Vallier, les quartiers de Feissolade, Nans, Peyline : en ce dernier, près des sources de la Siagne, eurent même lieu des travaux en galerie, aujourd'hui détruits.

fralias dont la puissance, assez difficile à évaluer à cause de la plasticité du terrain, paraît être de 50 mètres.

Au-dessus de ces argiles, que leur couleur d'un vert tendre rend très caractéristiques, sont les bancs de dolomies qui forment la base des calcaires jurassiques.

Les figures 2 à 4 sont des coupes de ces terrains à Tourrettes-sur-Loup (Touronnet), Carros et Toudon. Partout ailleurs la coupe est semblable aux précédentes.

Étude particulière de l'accident géologique de Vescagne. — La rivière de la Cagne a son origine à Coursegoules à l'altitude de 1100 mètres ; elle coule dans la direction de l'est et tombe rapi-

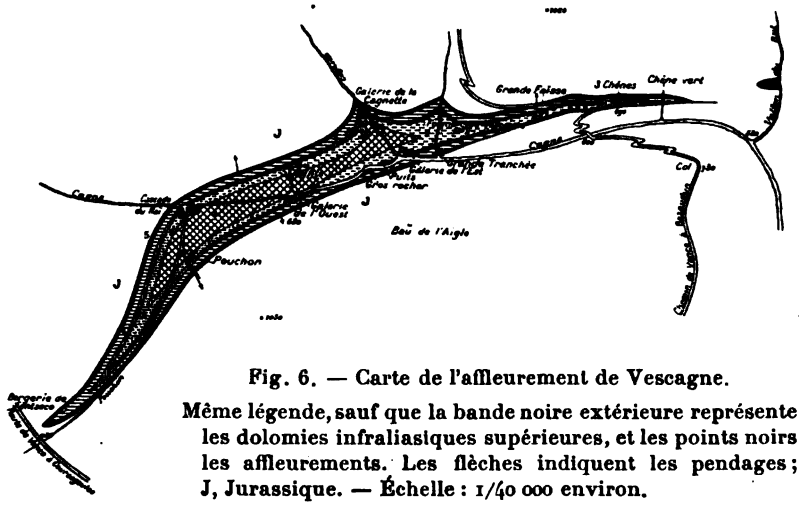


Fig. 6. — Carte de l'affleurement de Vescagne.
Même légende, sauf que la bande noire extérieure représente les dolomies infraliasiques supérieures, et les points noirs les affleurements. Les flèches indiquent les pendages ; J, Jurassique. — Échelle : 1/40 000 environ.

dement à la cote de 650 mètres par l'escalier aux marches géantes que forment les étages jurassiques successivement rencontrés. La vallée dans laquelle s'engage la rivière est celle de Vescagne. Elle est orientée ouest-est et mesure environ 3 kilomètres de longueur. A la rencontre du vallon du Rut, orienté nord-sud, la Cagne prend brusquement cette dernière direction, et par une clue assez étroite, de 7 kilomètres de long, se dégage du massif montagneux préalpin pour parvenir à la mer, à travers une région de collines moins accidentées.

Au nord et au sud de la vallée de Vescagne, de puissants massifs jurassiques s'élèvent à la cote d'environ 1 000 mètres ; dans le fond et à flanc de coteaux apparaissent des gypses, des marnes et quelques traces de charbon.

La carte de la figure 6 montre les divers affleurements reconnus à Vescagne à la fin des travaux. Ces affleurements jalonnent un croissant orienté sensiblement dans la direction E.N.E.-O.S.O. que coupe obliquement la Cagne. Ce croissant est dévié à l'ouest par la vallée secondaire du Ravin de Pouchon, tandis que son contour nord subit un rebroussement occasionné par le ruisseau de la Cagnette.

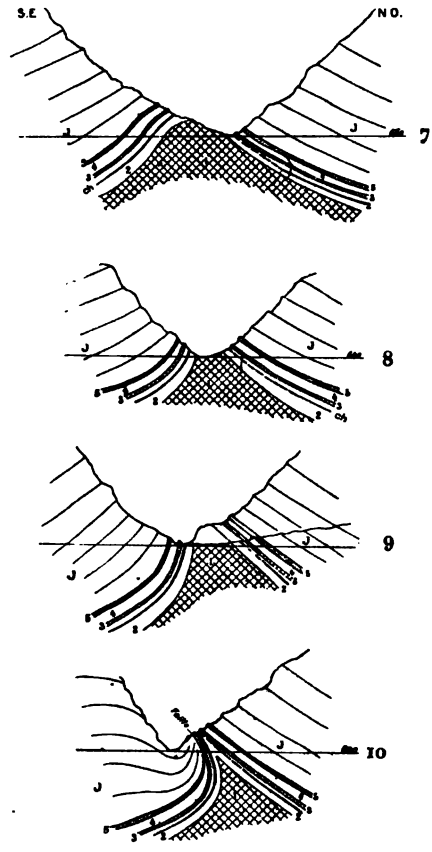


Fig. 7, 8, 9, 10. — Coupes perpendiculaires à l'axe de l'anticlinal de Vescagne, prises, à Pouchon [Fig. 7]; à la galerie de l'Ouest (Cinq points) [Fig. 8]; à la galerie de l'Est (Cagnette) [Fig. 9]; à la Grande Faïsse [Fig. 10]. — Échelle : 1/40 000 environ.

A la suite de la visite du Dr Guébhard, qui avait bien voulu s'intéresser à nos recherches, on a reconnu que la vallée de Vescagne a été formée par l'érosion d'un plissement anticlinal dont l'axe légèrement incurvé vers le sud, coupe obliquement le lit de la rivière. Cet anticlinal se prolonge à l'ouest sous le plateau de Saint-Barnabé et semble émaner d'un centre d'étoilement dont le Dr Guébhard a reconnu l'existence dans la vallée du Loup.

Les affleurements charbonneux de la vallée de Vescagne ont été explorés en 12 points différents par des tranchées superficielles; les travaux en galerie ont permis de relever, avec une approximation suffisante, l'allure générale du plissement, et de tracer les diverses coupes des figures 7 à 10.

A Pouchon, à l'extrémité ouest de la vallée, la voûte est bien formée, les deux branches de l'anticlinal pendent en sens opposé de 30 à 40 degrés. Dans la branche sud, le charbon forme 4 couches

parallèles séparées par des lits de marnes ; au mur des couches sont des lits de rognons pyriteux. La puissance de ces couches est d'environ deux mètres. La cote de l'affleurement est de 770 mètres, soit 120 mètres au-dessus du niveau de la Cagne. Dans la branche nord la couche charbonneuse est laminée, ainsi que les bancs d'argile, dont la hauteur est très réduite.

A la galerie de l'ouest, par laquelle passe la deuxième coupe (fig. 8), le pendage de la branche nord, située sur la rive gauche de la Cagne, est de 40 degrés environ ; il est plus considérable à la branche sud.

Tandis que dans les coupes suivantes le pendage de la branche nord demeure sensiblement constant et oscille autour de 45 degrés, celui de la branche sud varie d'une façon continue et change de sens à la galerie de l'est ; il y a déversement à partir de ce point jusqu'à l'extrémité est des affleurements du Trias. Ce déversement est accompagné d'un pli-faille qui amène en contact anormal le Trias et le Callovien. Ce fait est nettement visible aux « Trois Chênes » et au pont du Chemin de Bezaudun, au nord-est duquel s'aperçoit, presque exactement dans l'axe de l'anticlinal, déjà déformé, l'axe d'un synclinal callovien aigu, dont le flanc nord tend à se coller contre celui de l'anticlinal lui-même.

Au-delà des « Trois Chênes » la voûte de l'anticlinal dont l'érosion a permis de suivre jusqu'en ce point l'écrasement progressif, se referme et disparaît sous des éboulis jurassiques, pour réapparaître plus à l'ouest, au vallon du Rut, où se retrouve un noyau de marnes triasiques et infraliasiques.

Une faille à laquelle le vallon du Rut doit son existence et qui a abaissé les terrains de la rive gauche de ce vallon par rapport à ceux de la rive droite, limite définitivement les affleurements du Trias à l'ouest.

NOTICE TECTONIQUE[1]

par M. Ad. GUÉBHARD

Les Préalpes maritimes, c'est-à-dire la région de hauts plateaux qui, séparant les zones subalpine et bas-provençale, s'étend de l'Esteron à la ligne des grands abrupts, longée, à son pied, par le chemin de fer du Sud, apparaît, à première vue, comme une imbrication assez régulière de grandes nappes jurassiques, à léger revêtement crétacé ou tertiaire, se chevauchant suivant des lignes plus ou moins ondulées, de manière à montrer souvent le Jurassique inférieur ou l'Infralias au-dessus du Cénomanien, ou, même, du Miocène supérieur, qui, incontestablement, a été affecté par les derniers mouvements tectoniques de la région.

Mais aussitôt que l'on essaie de passer, d'une première vue, à un contrôle effectif sur le terrain, de la séduisante théorie des recouvrements par nappes chevauchantes, on se heurte à mille difficultés, qui font ressortir l'insuffisance flagrante de cette sorte d'explication passe-partout, et l'impossibilité d'y faire rentrer un système très complexe de plis, qui, tout en laissant apparaître, dans l'ensemble, une certaine prédominance des directions parallèles aux coordonnées géographiques, se complique, dans le détail, d'une foule de convergences axiales, de recoupements et raccords angulaires, souvent étoilés, sous l'influence desquels l'allure individuelle de chaque pli subit, longitudinalement, des inflexions d'axe, à la fois horizontales et verticales, et, transversalement, des modifications de section, allant de la plus normale à la plus discontinue, sur de très courts parcours, ou *vice versa*, mais sans que les déversements et chevauchements apparaissent jamais autrement que comme des épisodes locaux, tandis que la norme est plutôt l'allure de simple faille oblique, plus ou moins déjetée du côté de la poussée principale, c'est-à-dire du sud.

Mais, ce qui se manifeste surtout, dans le détail, c'est la prépon-

1. Interrompu dans la rédaction de la dernière partie du compte rendu des excursions préliminaires de la Réunion Extraordinaire de 1902 par des circonstances indépendantes de ma volonté, je tiens à exprimer mes regrets d'un retard qui, s'il ne fut point, jusqu'à la fin de 1904, de mon fait, ne saurait être prolongé, et me force à donner, à défaut de ce que je n'ai pu achever, un bref sommaire de ce que je me propose de développer, dès que j'en aurai retrouvé la liberté, dans un travail complémentaire indépendant.

dérance marquée de la composante verticale sur l'horizontale, et des soulèvements sur les affaissements. Ce n'est que par émergence que les massifs anticlinaux de Jurassique, ébauchés, peut-être, en profondeur, par la contracture horizontale, en dessous de leur revêtement tendre, crétacé et tertiaire, ont pu percer celui-ci sans presque le déranger, et élever souvent très haut, tantôt leur voussure presque intacte, à face sud presque toujours verticale (Séranon), et souvent écaillée, par places, de quelques strates superficielles, arrachées dans la surrection (Val de Roure, Caussols, etc.); tantôt de petits ou grands dômes, souvent déhiscents (Paracou, de Saint-Vallier), ou décortiqués d'une plus ou moins grande épaisseur de couches, attardées sous terre et dépassées par le noyau (Grangasse d'Escragnolles, Collebasse de Gourdon); tantôt de grandes *barres*, franchement discontinues, à regard presque toujours méridional, terme ultime de la transformation verticale de la striction horizontale, par rupture anticipée de l'axe de plus grande courbure, abandon souterrain de la portion de nappe la moins affectée, et concentration sur l'autre seule de l'effet de piston hydraulique des masses argileuses infraliasiques, mises sous haute pression, à la fois par la pesanteur et les mouvements de la croûte calcaire feuilletée, et rendues ainsi capables de soulever obliquement, en porte à faux, à la manière d'un vaste cric irrésistible, la dalle géante qui les oppressait, jusqu'à ce que quelque échappée au jour eût produit la détente finale.

Non seulement cette manière de voir, émanée de tous les faits observés, en éclaire la genèse dans les moindres détails, mais encore elle seule semble conciliable avec le double défaut très commun de planéité et de parallélisme des nappes, avec l'indépendance absolue de leurs courbures et inclinaisons, la variété sans corrélations, des discordances, le long des lignes de discontinuité, que rien ne permet de confondre (si ce n'est, par places, quelque grossière apparence momentanée), avec des traces de plans de glissement de lames, plus ou moins planes elles-mêmes, poussées en chevauchement les unes sur les autres, par une force de charriage, à laquelle il serait fort embarrassant de découvrir un point d'application dans le cas de plus de trois lambeaux détachés, dont les deux extrêmes, tout au plus, pourraient présenter un talon d'appui ou une racine d'origine.

Du mécanisme, au contraire, purement physique, où la poussée horizontale, ramenée à son rôle simplement causal et originel, ne se manifeste plus guère que par sa transformation verticale, il y a comme témoins parlants, et ces bavures d'Infralias qui, au pied

des barres, simulent parfois, quoique toujours assez mal, de vrais recouvrements (La Malle), et ces hernies de Trias aux écornures d'angles anticlinaux, qu'on voit aux croisements de synclinaux (L'Aubarède de Mons), et surtout ces singulières intrusions de gypses triasiques en pleine masse crétacée (La Garde, Basses-Alpes) ou au milieu du Tertiaire (La Bastide-Esclapon, Var; Eoulx, Basses-Alpes), qu'il serait certainement inadmissible d'expliquer, là, par un simple démarquage d'origine.

D'autres accidents, que je persiste à appeler très paradoxaux, malgré l'aspect tout simple qu'ils présentent *grosso modo*, sont ceux de petits îlots fusiformes de Jurassique supérieur, très réduit et trituré, ceinturant d'étroites taches de Crétacé ou de Tertiaire, qui, souvent, paraissent posés à même sur des bancs très inférieurs de Jurassique, Infralias ou Trias, et semblent alors, si l'on ne prend garde à leur bordure, explicables tout naturellement comme lambeaux témoins des diverses transgressions post-jurassiques.

Ne pouvant, pour mon compte, accepter, pour la commodité de la théorie, ni la suppression pure et simple de l'encadrement, fréquemment vu, de Jurassique résiduel, ni l'assimilation au poudingue pontien de la brèche nucléaire, où, à des éléments anguleux, non roulés, de calcaires secondaires, se mêlent des galets siliceux, très usés, de ce poudingue lui-même ; ni le renoncement, sans compensation, à la très utilitaire constatation, toujours nettement vérifiée, sur des kilomètres de pays parcourus, du rôle de jalons synclinaux de ces minuscules lambeaux ; c'est à la Tectonique au lieu de la Stratigraphie, que j'en ai demandé l'explication, et à des déformations dynamiques, plutôt qu'à des dépôts statiques que j'en attribue l'origine.

Certes, après avoir matérialisé, par un appareil mécanique spécialement construit à cet effet [1], les formes de plis d'abord simplement imaginées [2], puis avoir trouvé, dans une planche de M. Saccò, la figuration de leur réalité vue [3], il me resterait à faire certaines restrictions sur l'interprétation des schémas eux-mêmes, et spécialement sur la différence qu'il y a à établir entre les étirements de substances très élastiques, auxquels donnent trop à penser les gra-

1. A. Guébhard. Sur la reproduction expérimentale de certaines formes de plissements. *B. S. G. F.*, (4), III, 1902, p. 64 et 74.

2. A. Guébhard. Sur la théorie génétique des apparitions singulières d'accidents récents en plein Jurassique inférieur, dans les Alpes-Maritimes. *B. S. G. F.*, (4), I, 1902, p. 612-623, 7 fig.

3. A. Guébhard. A propos de la théorie génétique des accidents paradoxaux des Préalpes maritimes. *B. S. G. F.*, (4), V, 1905, p. 164.

phiques théoriques, et les disparitions de couches, par rupture et fragmentation, de bancs comme ceux des calcaires jurassiques, susceptibles certes, surtout sous pression, de fortes courbures, perpendiculairement à leur petite dimension, mais beaucoup moins d'élongation, sans rupture, dans le sens de leur plan.

A cela près, rien ne s'opposera plus, sans doute, à l'admission de notre hypothèse.

En résumé :

Définir, entre les deux formules divergentes de MM. G.-F. Dollfus et Léon Bertrand, la limite méridionale naturelle de la région des Préalpes maritimes ;

Préparer, par l'étude des particularités de cette région, une interprétation tectonique générale, conciliable avec la matérialité vue des choses ;

Prendre, pour cela, la grande ligne de discontinuité, d'Escragnolles au Var, regardée par M. Zürcher comme front d'un immense chevauchement ; en pratiquer, d'un bout à l'autre, la dissection minutieuse ; en établir, par coupes et plans, vues et schémas, l'anatomie descriptive complète ;

En étudier tous les accidents frontaux, produits les uns par écaillure, les autres par protubérance ;

Eclaircir l'origine des autres accidents paradoxaux, les uns *per ascensum* (pointements triasiques), les autres, *per descensum* (lambeaux paradoxaux pontiens) ;

Constater les nombreuses convergences de plis, palmées ou stellaires et la formation connexe d'ombilics, anticlinaux ou synclinaux ;

Passer enfin à une vue synthétique de la région et du mécanisme orogénique qui s'y est manifesté ;

Voilà le programme interrompu, que je ne puis, à mon très grand regret, achever encore, mais que je me propose, au plus tôt, de reprendre, avec l'espoir d'arriver à donner un digne pendant aux deux premières parties de mon œuvre, et le désir de m'en faire pardonner le retard, en faisant bénéficier ma rédaction de la lente maturation de vues, de l'utile décantation d'idées, de l'élaboration latente de concepts nouveaux, que comporte automatiquement toute stase de travail, toute diversion prolongée dans l'aspiration au but, jamais perdu de vue.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

Pages

Liste des anciens présidents de la Société géologique de France . . v
Liste des lauréats du Prix Viquenel. vi
Liste des lauréats du Prix Fontannes vi
Membres du Bureau et du Conseil de la Société, pour 1902. . . . vii
Membres à perpétuité viii
Membre donateur viii
Liste générale des membres de la Société géologique de France au 1er janvier 1902. ix
Liste des membres de la Société distribués géographiquement . . xxxv
Membres de la Société décédés en 1901. xxxix
Addenda au catalogue général des publications de la Société . . . xl

Séance du 6 Janvier 1902 :

Nécrologie : M. Arrault 1
Elections pour 1902 1
Composition des Commissions pour 1902. 1
L. Carez. — Allocution. 2
E. Haug. — Allocution présidentielle. 2
Lugeon, Mouret. — Remerciements 3
Proclamation de nouveaux membres : MM. Pachundaki, E. Chanel, O. Mengel, Cottron 4
Pallary. — Présentation d'une note du Dr Nehring, sur une nouvelle espèce fossile du genre *Camelus* 4
Tornquist, Haug. — Présentations d'ouvrages. 5
H. Douvillé. — Sur la découverte du Trias en Grèce 5
Id. Présentation de fossiles rapportés du Sud-Oranais par le général Jourdy 6
P. Lory. — Observations à propos de la note de M. Haug « sur le pli couché des Diablerets » (séance du 16 décembre 1901). . 7
W. Kilian. — Observations à propos d'une étude de M. Lugeon sur l'origine des vallées des Alpes occidentales 7
Ed. Harlé. — Elan de Laugerie-Haute, près des Eyzies (Dordogne). . 9
F. Canu. — Bryozoaires fossiles (*2 figures dans le texte*) 10
H. Douvillé. — Sur le terrain nummulitique de l'Aquitaine 15
G. Dollfus, Haug. — Observations. 36

Séance du 3 Février 1902 :

Proclamation de nouveaux membres : MM. Miremont, Paul Corbin. . 37
Albert Gaudry. — Sur la similitude des dents de l'Homme et de quelques animaux 37
Imbeaux. — Présentation d'ouvrage 38
Gosselet. — Sur les exploitations de phosphate de chaux du Nord de la France 38
Douxami. — Observations au sujet de la note de M. Douvillé sur le terrain nummulique de l'Aquitaine. 39

Pages

PERVINQUIÈRE. — Sur l'Eocène d'Algérie et de Tunisie et l'âge des dépôts de phosphate de chaux 40
J. BLYAAC. — Sur la présence de l'Eocène moyen dans la région de Souk Ahrras (Prov. de Constantine) 42
PRIEM. — Sur les Pycnodontes tertiaires du département de l'Aude (*2 figures dans le texte*) 44
CARALP. — Le Permien de la Bellongue (Ariège); ses relations avec les Schistes ardoisiers. 49
Ch. BARROIS. — Observations sur la géologie de Crozon (*10 figures dans le texte*). 51
BABINET — Note sur la délimitation de l'aire synclinale qui alimente les sources de la Dhuis, près de Pargny (Aisne) (*2 figures dans le texte*) 74

Séance du 17 Février 1902 :

Proclamation d'un nouveau membre : M. DUPIN 80
Léon BERTRAND. — Présentation d'ouvrage 80
Maurice LUGEON. — Sur les grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses 80
HAUG. — Observations. 82
Léon BERTRAND. — Contribution à l'étude géologique des environs de Biarritz, Bidart et Bayonne (*6 figures dans le texte*, Pl. I) 83
Léon CAREZ. — Observations. 96
G. DELÉPINE. — Observations sur les dolomies permiennes de Robache (Vosges) (*3 figures dans le texte*) 97

Séance du 3 Mars 1902 :

Proclamation de nouveaux membres : MM. STEHLIN, BONNET 102
Nécrologie : M. FALSAN. 102
F. KERFORNE. — Note préliminaire sur les Graptolites du massif armoricain 102
P. LEMOINE et C. ROUYER. — Note préliminaire sur l'étage kimeridgien entre la vallée de l'Aube et celle de la Loire 104
FLICHE. — Note sur un *Zosterites* trouvé dans le Crétacé supérieur du Dévoluy (*1 figure dans le texte*, Pl. II) 112
A. BOISTEL. — Les cailloutis des Dombes dans l'anse du Bugey (*2 figures dans le texte* 127
SAVORNIN. — Note préliminaire sur les *Lithothamnium* des terrains tertiaires d'Algérie (*5 figures dans le texte*) 158
CHARTRON et COSSMANN. — Note sur l'Infralias de la Vendée et spécialement sur un gisement situé dans la commune du Simon-la-Vineuse (*8 figures dans le texte*, Pl. III-IV). 163
PERVINQUIÈRE. — Observations 203

Séance du 17 Mars 1902 :

A. GAUDRY. — Remerciements 204
IMBEAUX, DE LAPPARENT. — Présentations d'ouvrages 204, 205
Marcellin BOULE. — Sur des fossiles provenant d'une caverne à ossements près de Montmaurin (Hte-Garonne). . . 205

Pages

H. Douvillé. — Etude sur les Nummulites (Pl. V). 207
Jourdy. — Excursion géologique à la lisière septentrionale du Sahara algérien (*7 figures dans le texte*). 214

Séance générale annuelle du 3 Avril 1902 :

Proclamation d'un nouveau membre : M. Chalas 225
Léon Carez. — Allocution. 226
Roussel (Attribution du Prix Viquesnel à M.). 230
Fliche. — Notice sur Gustave Bleicher 231
A. de Lapparent. — Notice nécrologique sur M. Parandier 240
Stanislas Meunier. — Origine de l'opale farineuse sédimentaire . . 250
Ch. Barrois. — Sur le Kersanton de la rade de Brest 253
Ch. Schlumberger. — Deuxième note sur les Orbitoïdes (*3 figures dans le texte*, Pl. VI-VIII) 255

Séance du 7 Avril 1902 :

Proclamation d'un nouveau membre : M. Thiébaud 262
Caralp. — Sur les roches éruptives de la Bellongue et de la vallée du Ger (Pyrénées centrales) 262
Dupin. — Gravenoire 263
Giraud. — Observations 265

Séance du 21 Avril 1902 :

Proclamation d'un nouveau membre : M. Vermorel. 266
Duparc. — Une exploration géologique dans l'Oural du Nord (Conférence). 266
Sauvage. — La faune ichthyologique des calcaires lithographiques de la province de Lérida (Espagne). 268
Repelin. — Observations au sujet du Mémoire de M. Michalet sur le Cénomanien des environs de Toulon et ses Echinides . 269

Séance du 5 Mai 1902 :

Nécrologie : M. Filhol 271
Fabre, Canu — Présentations d'ouvrages 271
A. Guébhard. — Sur une expérience du professeur T. Martini, reproduisant expérimentalement certains phénomènes du volcanisme 271
A. de Grossouvre. — Sur le prétendu dépôt miocène de Ville-Sauvage, près Etampes. 273
G. Dollfus, Boule, Ramond. — Observations 274, 275
Ph. Glangeaud. — Réponse à la note de M. Dupin 276
H. Douvillé. — Sur les analogies des faunes fossiles de la Perse avec celles de l'Europe et de l'Afrique 276
Rollier. — Sur l'âge des calcaires à *Helix* (*Tachea*) *sylvana* von Klein (*1 figure dans le texte*) 278
H. Douvillé. — Essai d'une revision des Orbitolites (*7 figures dans le texte*, Pl. IX-X) 289
Id. Distribution des Orbitolites et des Orbitoïdes dans la Craie du Sud-Ouest. 307
Id. Sur le genre *Chondrodonta* Stanton (*1 figure dans le texte*, Pl. XI) 314

Séance du 26 Mai 1902 :

Pages

Proclamation de nouveaux membres : MM. P. Groult-Deyrolle, de Romeu 319
Boule, Ramond, Dollot, Giraud. — Présentations d'ouvrages . . 319, 320
Gentil — Observations sur l'éruption de La Martinique 320
Toucas. — Observations au sujet du Mémoire de M. de Grossouvre sur la Craie supérieure. 321
Depéret. — Sur les caractères crâniens des *Lophiodon*. 323
Boule. — Observations 324
A. de Grossouvre. — Sur les cailloutis à silex du Bassin de la Seine . 324
Id. Sur les étages danien et montien 326
G. Dollfus. — Sur les sables granitiques du bassin de Paris. . . . 326
C. Chatelet. — Sur la présence de blocs de mollasse dans les sables pliocènes de Jonquerettes (Vaucluse) 328
Id. Sur l'Aquitanien d'Aramon (Gard) 329
Edm. Pellat. — Observations 330
de Martonne. — Remarques sur le climat de la période glaciaire dans les Karpates méridionales 330
Léon Carez. — Observations sur l'interprétation de la coupe de Caseville (Bidart) (Basses-Pyrénées). 333
Id. Etude de la vallée de la Garonne vers Boussens et St-Martory 335
Haug, Guébhard. — Observations 336

Séance du 2 Juin 1902 :

Toucas. — Sur l'origine et la classification des Hippurites. 337
A. de Grossouvre. — Sur la constitution des sables de la Sologne aux environs de Gien 339
G. Dollfus. — Observations. 340

Séance du 16 Juin 1902 :

Proclamation de nouveaux membres : MM. P. Godbille, G. Courty . 342
Gentil, de Margerie, Haug, Rollier, Douxami. — Présentations d'ouvrages 342-343
Depéret. — Sur le *Lophiodon* et un gisement de Mammifères éocènes à Robiac, près St-Mamert (Gard) 343
Albert Gaudry. — Observations 344
Id. Résultats de la mission de M. André Tournouër en Patagonie 345
Id. Munier-Chalmas, Douxami, Haug. — Les nouveaux programmes de l'enseignement secondaire. 345, 346, 347
G. Dollfus. — Communication sur le Bassin de Paris 347
Léon Bertrand. — Sur la région de Boussens, Salies-du-Salat et Betchat 347
Id. Sur la question des falaises de Biarritz. 349
Munier-Chalmas. — Sur les Foraminifères ayant un réseau de mailles polygonales 349
Id. Sur les Foraminifères rapportés an groupe des *Orbitolites* 351
A. de Grossouvre. — Réponse aux observations de M. G. Dollfus . . 354
G.-F. Dollfus. — Sur les sables de la Sologne. 355

Pages

W. Kilian. — Rectification au sujet d'une citation de l'étage callovien à Noyarez (Isère) 357
Id. Sur quelques gisements de l'étage aptien 358
Id. Sur deux microorganismes du Mésozoïque alpin . . . 358
Lory. — Plis marginaux de la partie méridionale de Belledonne . . 359
Bourgeat. — Trois coupes géologiques à travers le massif de la Serre (Jura) (*3 figures dans le texte*) 360
Id. Sur quelques formations de transport dans le département du Jura. 364
Flamand. — Observations sur les nitrates du Sahara à propos d'un échantillon de salpêtre naturel provenant de l'archipel touatien 366
de Riaz. — Sur les étages crétaciques supérieurs des Alpes-Maritimes (Réponse à M. Peron) 369
Id. Tertiaire et Quaternaire des environs de Nice. 373
Sevastos. — Sur l'âge des grès carpathiques de Roumanie 374

Séance du 3 Novembre 1902 :

Nécrologie : M. Damour 377
Fourtau, Boule. — Présentations d'ouvrages 377, 378
Albert Gaudry. — Recherches paléontologiques de M. A. Tournouër en Patagonie 378
Toucas. — Présentation d'un mémoire 378
A. de Grossouvre. — Réponse aux observations de M. Dollfus . . . 379
E. Fournier. — Sur un nouvel exemple de phénomène de capture des cours d'eau superficiels par érosion souterraine (*2 figures dans le texte*) 380
Mayer-Eymar. — Sur le Flysch et en particulier sur le Flysch de Biarritz 383

Séance du 17 Novembre 1902 :

Nécrologie : MM. Macpherson, Pethö.
Proclamation de nouveaux membres : MM. Diener, Portet, Ch. Bernard, lieutenant-colonel Skinner, G. Pissarro, Regnault Dutertre.. 394
Giraud et Lacroix. — Présentation d'un rapport « sur l'éruption de la Martinique » adressé à l'Académie des Sciences 394
Léon Janet, Giraud. — Observations 395

Séance du 1er Décembre 1902

Proclamation de nouveaux membres : MM. Houel, Delesse, Doumergue. 397
Bositel. — Présentation d'ouvrages 397
H. Douvillé. — Découverte du Dévonien supérieur dans le Sud-Oranais. 397
V. Gauthier. — Sur le « supplément à l'étude de Echinides de la Perse » 397
P. Choffat. — Sur le Crétacique de Conducia en Moçambique . . . 400
H. Douvillé. — Observations 403
Id. — Rapport de la commission de comptabilité. 404
P. Termier. — Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes (Pl. XII-XIII) 411
Léon Janet, Boistel, G. Dollfus. — Observations 433
Delépine. — Contribution à l'étude du calcaire carbonifère dans le Tournaisis (*2 figures dans le texte*) 434

Pages

LEVAT. — Notice géologique sur les richeses minérales de la Boukharie et du Turkestan (*7 figures duus le texte.* Pl. XIV) . . . 439
G. DOLLFUS, BOULE. — Observations 456
H. DOUVILLÉ. — Note sur les fossiles recueillis au Turkestan par M. Levat 456

Séance du 15 Décembre 1902.

Proclamation de nouveaux membres : MM. PIROUTET, LACOIN. . . . 459
Manifestation à Lille en l'honneur de M. GOSSELET 459
H. DOUVILLÉ, RÉVIL, CAZIOT, J. BRUNHES — Présentations d'ouvrages. 459-460
H. DOUVILLÉ. — Classification des Radiolites (Pl. XV) 461
ID. — Sur un nouveau genre de Radiolites (Pl. XV) . . . 478
HAUG. — Sur l'âge des couches à *Nummulites contortus* et *Cerithium diaboli* 483
G. DOLLFUS. — Observations 498
CAREZ. — Note sur les environs de Boussens, St-Martory et Betchat (Haute-Garonne et Ariège) (Pl. XVI-XVII) 499

Compte rendu de la Réunion extraordinaire de la Société Géologique dans les Alpes-Maritimes en 1902.

Liste des membres ayant pris part à la Réunion extraordinaire de 1902. 509
Programme des excursions préliminaires dirigées par M. Ad. GUÉBHARD 510
Liste des principaux travaux relatifs à la région parcourue dans les excursions dirigées par M. GUÉBHARD 512
Programme des excursions dirigées par M. Léon BERTRAND . . . 517
Liste des travaux relatifs à la région parcourue dans les excursions dirigées par M. Léon BERTRAND 520

1re partie : Comptes rendus des excursions

Séance du 9 Septembre 1902, à Puget-Théniers

ZÜRCHER. — Allocution. 526
Constitution du Bureau. 526
Proclamation d'un nouveau membre : M. le Dr BOYER 527
Léon BERTRAND. — Allocution 527
Ad GUÉBHARD. — Compte rendu de la course du 5 Septembre de Grasse à St-Vallier par Cabris et St-Cézaire (*23 figures et une carte dans le texte ;* Pl. XVIII-XX). 528
ZÜRCHER, Léon BERTRAND. — Observations 547-550
Ad. GUÉBHARD. — Compte rendu de la course du 6 Septembre de Saint-Vallier à Thorenc par Caussols (*26 figures et une carte dans le texte*; Pl. XXI-XXVII). 550
ZÜRCHER, Léon BERTRAND. — Observations 583-584

Séance de 10 Septembre 1902, à Puget-Théniers

Proclamation de nouveaux membres : MM. Paul GOBY, AMBAYRAC . . 585
Le PRÉSIDENT. — Allocution 585
A. GUÉBHARD. — Compte rendu de la course du 7 Septembre de Thorenc à Saint-Vallier par Clars et Escragnolles (*19 figures et 2 cartes dans le texte*; Pl. XXVIII-XXXII). . . 586

Pages

GUÉBHARD. — Compte rendu de la course du 8 Septembre de Saint-Vallier à Grasse, Gourdon et les gorges du Loup (*14 figures dans le texte ;* Pl. XXXIII-XXXVIII . 613
ZÜRCHER, Léon BERTRAND. — Observations 635
Léon BERTRAND. — I. Sur les grandes lignes de la Géologie de la partie alpine des Alpes-Maritimes (p. 638). — II. Description sommaire de la région voisine du Littoral à l'Est du Var (p. 656) (*2 figures dans le texte ;* Pl. XXXIX-XLII). 638
ID. — Compte rendu de la course du 9 Septembre, aux environs de Puget-Théniers (*2 figures dans le texte*) 676
ID. — Compte rendu de la course du 10 Septembre à Rorebel, Touët-de-Beuil, les gorges du Cians. (*5 figures dans le texte ;* Pl. XLIV, *fig. 1*) . 678
Ad. GUÉBHARD. — Observations. 682

Séance du 13 Septembre 1902, à St-Sauveur-sur-Tinée :

Léon BERTRAND. — Compte rendu de la course du 11 Septembre à Entrevaux, Sausses, Daluis et Guillaumes (*2 figures dans le texte*). 683
Ad. GUÉBHARD. — Observations. 686
Léon BERTRAND. — Compte rendu de la course du 12 Septembre de Guillaumes à Beuil et St-Sauveur (*3 figures dans le texte ;* Pl. XLIII, *fig. 1 et 2*) 686
ID. — Compte rendu de la course de 13 Septembre à Roja (*4 figures dans le texte*) 691
VIDAL DE LA BLACHE, Léon BERTRAND. — Observations 694

Séance du 15 Septembre 1902, à Nice :

Léon BERTRAND. — Compte rendu de la course du 14 Septembre, de St-Sauveur à St-Martin-Vésubie 695
ID. Compte rendu de la course du 15 Septembre, de St-Martin-Vésubie à Nice (*11 figures dans le texte*) 697
P. LORY, Léon BERTRAND. — Observations 704

Séance du 17 Septembre 1902, à Nice :

Léon BERTRAND. — Compte rendu de la course du 16 Septembre aux environs de Nice (*3 figures dans le texte,* Pl. XLIV, fig. 2) 705
ID. Compte rendu de la course du 17 Septembre de Nice à Monaco. 708
Ad. GUÉBHARD, CAZIOT, Léon BERTRAND. — Observations . . 710, 711, 712
Ch. PELLEGRIN. — Sur les environs de Monte-Carlo (*1 figure dans le texte,* Pl. XLV) 712
P. LORY. — Observations 715
Ad. GUÉBHARD. — Observations — Deux trouvailles de fossiles aux environs de Vence 715
AMBAYRAC. — Coupes dans la région de La Gaude et de St-Jeannet (*3 figures dans le texte*) 718
Léon BERTRAND, PELLEGRIN. — Observations 719, 720
Ad. GUÉBHARD. — Sur le figuré anguleux des encoches synclinales . . 719

Séance du 19 Septembre 1902, à Nice :

Pages

Léon BERTRAND. — Compte rendu de la course du 18 Septembre à Menton et environs. 721

ID. Compte rendu de la course du 19 Septembre au cap d'Aggio. 724

Ad. GUÉBHARD, Léon BERTRAND. — Observations 727

AMBAYRAC. — Sur les environs d'Eze (*3 figures dans le texte*) . . . 728

G.-F. DOLLFUS. — La tectonique des Préalpes maritimes 730

ID. — Sur les poudingues tertiaires. 731

Ad. GUÉBHARD, ZÜRCHER, PELLEGRIN, Léon BERTRAND. — Observations 734, 735

ZÜRCHER, Léon BERTRAND. — Allocutions 736

2e *partie : Notes annexes*

W. KILIAN et A. GUÉBHARD. — Etude paléontologique et stratigraphique du système jurassique dans les Préalpes maritimes (*1 figure dans le texte*, Pl. XLVIII-L) . . . 737

M. COSSMANN. — Sur un gisement de fossiles bathoniens près de Courmes (A.-M.) (*1 figure dans le texte*, Pl. XLVI-XLVII) 829

F. KOBY. — Sur les polypiers jurassiques des environs de St-Vallier-de-Thiey (Pl. LI-LVI) 847

W. KILIAN. — Sur quelques fossiles remarquables de l'Hauterivien de la région d'Escragnolles (Pl. LVII) 864

J. REPELIN. — Contribution à l'étude du Crétacé supérieur du Var, des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes (Pl. LVIII) . . 868

E. HITZEL. — Sur les fossiles de l'étage albien, recueillis par M A. Guébhard dans la région d'Escragnolles (A.-M.) 874

LAMBERT et SAVIN. — Note sur deux Echinides nouveaux de la mollasse burdigalienne dite de Vence (Alpes-Maritimes) (Pl. LIX). 881

Ch. DEPÉRET et Ad. GUÉBHARD. — Sur l'âge des labradorites de Biot (*3 figures dans le texte*) 885

Ad. GUÉBHARD. — Liste récapitulative des taches éruptives de l'ouest du Var 900

ID. Note sur les débuts de l'Eocène aux environs de Vence (A.-M.) 908

ID. Relevé des horizons à silex observables dans les Préalpes maritimes 919

ID. Sur les brèches et poudingues observables entre Siagne et Var 923

P. JEANCARD. — Note sur l'affleurement charbonneux de Vescagne (*10 figures dans le texte*) 933

A. GUÉBHARD. — Notice tectonique. 937

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

A

Afrique. Sur les analogies des faunes fossiles de la Perse avec celles de l'Europe et de l' —, par M H. Douvillé, 276. — Sur le Crétacique de Conducia en Moçambique, par M. Paul Choffat [Observ. de M. H. Douvillé], 400.

Agel (Mont). Géologie du —, par M. Ch. Pellegrin (Pl. XLV), 712.

Ain. Les cailloutis des Dombes dans l'anse du Bugey, par M. A. Boistel, 127.

Aisne. Note sur la délimitation de l'aire synclinale qui alimente les sources de la Dhuis, près de Pargny (—), par M. Babinet, 74.

Albien. Sur les fossiles de l'étage —, recueillis par M. A. Guébhard, dans la région d'Escragnolles (A.-M), par M. E. Hitzel, 874.

Algérie Echantillons du Sud-Oranais rapportés par le général Jourdy, 6. — Sur l'Eocène d'— et de Tunisie et l'âge des dépôts de phosphate de chaux, par M. L. Pervinquière, 40. — Sur la présence de l'Eocène moyen dans la région de Souk-Ahrras (—), par M. J. Blayac, 42. — Note préliminaire sur les *Lithothamnium* des terrains tertiaires d' -, par M. J. Savornin, 158. — Excursion géol. à la lisière septentrionale du Sahara (—), par M. E. Jourdy, 214. — Sur les analogies des faunes fossiles de la Perse avec celles de l'Europe et de l'Afrique, par M. H. Douvillé, 276. — Observ. sur les nitrates du Sahara, à propos d'un échantillon de salpêtre naturel provenant de l'archipel Touatien, par M. G.-B.-M. Flamand, 366.

Allocutions. M. Léon Bertrand, 527, 737; M. Léon Carez, 2, 226; M. Emile Haug, 2; M. Zürcher, 526, 736.

Alpes. Observ. sur les plis du massif du Vercors, dans les — occidentales, par M. P. Lory, 7. — Observ. sur l'origine des vallées des — occidentales, par M. W. Kilian, 7. — Les grandes nappes de recouvrement des — suisses, par M. Maurice Lugeon [Observ. de M. Haug], 80. — Sur deux microorganismes du Mésozoïque alpin, par M. W. Kilian, 358. — Quatre coupes à travers les — franco-italiennes, par M. Pierre Termier [Observ. de MM. L. Janet, Boistel, G. Dollfus] (Pl. XII-XIII), 411.

Alpes (*Basses*). Contribution à l'étude du Crétacé supérieur à la limite du Var, des — et des Alpes-Maritimes, par M. J. Repelin (Pl. LVIII), 868.

Alpes-Maritimes. Sur les étages crétaciques supérieurs des —, par M. A. de Riaz, 369. — Tertiaire et Quaternaire des environs de Nice, par M. de Riaz, 373.
Réun. extr. dans les —, (Pl. XVIII-LIX), 509: — I. Sur les grandes lignes de la Géologie de la partie alpine des — (p. 639); II. Description sommaire de la région voisine du littoral à l'est du Var (p. 656) (Pl. XXXIX-XLII), par M. Léon Bertrand, 638. — Sur la géologie des environs de Nice, par M. Caziot, 711. — Géologie du Mont-Agel, par M Ch. Pellegrin (Pl. XLV), 712. — Sur deux trouvailles de fossiles aux environs de Vence, par M. Guébhard, 715. — Coupes dans la région de la Gaude et de St-Jeannet, par M. Ambayrac, 716. — Les environs d'Eze, par M. Ambayrac, 728. - La tectonique des Pré—, par M.G. Dollfus, 730. — Sur les poudingues tertiaires [Observ. de MM. Guébhard, Zürcher, Pellegrin, L. Bertrand], 731. — Etude paléontologique et stratigraphique du système jurassique dans les pré —, par MM. W. Kilian et A. Guébhard (Pl. XLVIII-L), 737. — Sur un gisement de fossiles bathoniens près de Courmes (—) par M. M. Cossmann (Pl. XLVI-XLVII), 829. — Sur les Polypiers jurassiques des environs de St-Vallier de Thiey, par

M. F. Koby (Pl. LI-LVI), 847. — Sur quelques fossiles remarquables de l'Hauterivien de la région d'Escragnolles, par M. W. Kilian (Pl. LVII), 864. — Contribution à l'étude du Crétacé supérieur à la limite du Var, des Basses-Alpes et des —, par M. J. Repelin (Pl. LVIII), 868. — Sur les fossiles de l'étage albien recueillis par M. A. Guébhard dans la région d'Escragnolles (—), par M. E. Hitzel, 874. — Note sur deux Echinides nouveaux de la molasse burdigalienne dite de Vence (—), par MM. Lambert et Savin (Pl. LIX), 881. — Sur l'âge des labradorites de Biot, par MM. Ch. Depéret et A. Guébhard, 885. — Liste récapitulative des taches éruptives à l'ouest du Var, par M. Ad. Guébhard, 900. — Note sur les débuts de l'Eocène aux environs de Vence (—), par M. Ad. Guébhard, 908. — Relevé des horizons à silex observables dans les pré— par M. A. Guébhard, 919. — Sur les brèches et poudingues observables entre Siagne et Var, par M. A. Guébhard, 933. — Note sur l'affleurement charbonneux de Vescagne, par M. Jeancard, 933. — Notice tectonique, par M. Ad. Guébhard, 938.

AMBAYRAC (H). Coupes dans la région de la Gaude et de St-Jeannet, 716. — Les environs d'Eze, 728.

Amérique. Recherches paléontologiques de M. André Tournouër en Patagonie, par M. Albert Gaudry, 378.

Aptien. Sur quelques gisements de l'étage —, par M. W. Kilian, 358.

Aquitaine. Sur le terrain nummulitique de l'—, par M. H. Douvillé, [Observ. de M. G. Dollfus (p. 26); de M. Douxami (p. 39)], 15. — Etudes sur les Nummulites, par M. H. Douvillé (Pl. V), 207. — Distribution des Orbitolites et des Orbitoïdes dans la Craie du Sud-Ouest, par M. H. Douvillé, 307. — Note au sujet du mémoire de M. Grossouvre, sur la Craie supérieure, par M. A. Toucas, 321. — Sur les étages danien et montien, par M. A. de Grossouvre, 326. — Sur un nouveau genre de Radiolites, par M. H. Douvillé (Pl. XV), 478 — Sur l'âge des couches à *Nummulites contortus* et *Cerithium diaboli*, par M. Emile Haug [Observ. de M. G. Dollfus], 483.

Aquitanien. Sur l'— d'Aramon (Gard), par M. C. Chatelet [Observ. de M. Pellat], 329.

ARDAILLON. Découverte du Trias en Grèce, par MM. Cayeux et —, 5.

Ariège. Le Permien de la Bellongue (—); ses relations avec les schistes ardoisiers, par M. Caralp, 49. — Sur les roches éruptives de la Bellongue et de la vallée du Ger (Pyrénées centrales), par M. Caralp, 262. — Sur la vallée de la Garonne, vers Boussens et St-Martory, par M. Léon Carez [Observ. de MM. Haug et Guébhard], 335. — Sur la région de Boussens, Salies-du-Salat et Betchat, par M. Léon Bertrand, 347. — Note sur les environs de Boussens, St-Martory et Betchat (Hte-Garonne et —), par M. Léon Carez (Pl. XVI-XVII), 499.

Armoricain (*Massif*). Note préliminaire sur les Graptolithes du —, par M. F. Kerforne, 102.

ARRAULT. Nécrologie, 1, 227.

Asie. Etudes sur les Nummulites, par M. H. Douvillé (pl. V), 207. — Une exploration géologique dans l'Oural du Nord, par M. Duparc, 266. — Sur les analogies des faunes fossiles de la Perse avec celles de l'Europe et de l'Afrique, par M. H. Douvillé, 276. — Présentation du supplément à l'étude des Echinides de la Perse, par M. Gauthier, 397. — Notice géologique sur les richesses minérales de la Boukharie et du Turkestan, par M. E.-D. Levat (Pl XIV) [Observ. de MM. G. Dollfus, Boule, Douvillé), 439.

Aube. Note préliminaire sur l'étage kimeridgien entre la vallée de l'— et celle de la Loire, par MM. Paul Lemoine et Cam. Rouyer, 104

Aude. Sur des Pycnodontes tertiaires du dépt de l'—, par M. F. Priem, 44.

B

BABINET. Note sur la délimitation de l'aire synclinale qui alimente les sources de la Dhuis, près de Pargny (Aisne), 74.

BARROIS (Charles). Observ. sur la Géol. de Crozon faites à l'occasion d'un mémoire de M. Kerforne sur le Silurien de ce canton, 51. — Sur le Kersanton de la rade de Brest, 253.

Bathonien. Sur un gisement de fossiles —s près de Courmes (A.-M.), par M. M. Cossmann (Pl. XLVI-XLVII), 829.

BAUX (J.). Présentation d'ouvrage, 397.

Bayonne. Contribution à l'étude géol. des env. de Biarritz, Bidart et —, par M. Léon Bertrand (Pl. I) [Obs. de M. Carez], 83.

Belgique. Contribution à l'étude du calcaire carbonifère dans le Tournaisis, par M. G. Delépine, 434.

Belledonne. Plis marginaux de la partie méridionale de —, par M. P. Lory, 359.

Bellongue (La) (Ariège). Le Permien de —; ses relations avec les schistes ardoisiers, par M. Caralp, 49. — Sur les roches éruptives de — et de la vallée du Ger (Pyrénées centrales), par M. Caralp, 262.

BERGERON (Jules). Présentations d'ouvrage, 38, 204.

BEROUD (l'abbé). Présentation d'ouvrage, 397.

BERTRAND (Léon). Contribution à l'étude géologique des env. de Biarritz, Bidart et Bayonne (Pl. I) [Observ de M. Carez], 83. — Sur la région de Boussens, Salies-du-Salat et Betchat, par M. Léon Bertrand, 347. — Sur la question des falaises de Biarritz, 349.
RÉUN. EXTR. DANS LES A.-M.; Progr. des excursions dirigées par M. —, 517. — Liste des travaux relatifs à la région parcourue, par M. —, 520. — Allocutions, 527, 585, 736. — Observations : (course du 5 sept.), 550; (course du 6 sept.), 584; (course du 8 sept.), 636. — I. Sur les grandes lignes de la Géol. de la partie alpine des Alpes-Maritimes (p. 639). — II. Description sommaire de la région voisine du littoral à l'est du Var (p. 456) (Pl. XXXIX-XLII), 638. — CR. de la course du 9 sept., 676. — CR. de la course du 10 sept. [Observ. de M. Guébhard], 678. — CR. de la course du 11 sept. [Observ. de M. Guébhard], 683. — CR. de la course du 12 sept. (Pl. XLIII), 686. — CR. de la course du 13 sept. [Observ. de M. Vidal de la Blache], 691. — CR. de la course du 14 sept., 695. — CR. de la course du 15 sept. [Observ. de M. P. Lory], 697. — CR. de la course du 16 sept., 705. — CR. de la course du 17 sept. [Observ. de M. Guébhard], 708. — Sur le figuré anguleux des encoches synclinales [Observ. de M. Guébhard], 720. — CR. de la course du 18 sept., 721. — CR. de la course du 19 sept. [Observ. de MM. Zürcher, Guébhard], 724. — Observ., 735.

BERTRAND (Léon) et MENGEL. Présentation d'ouvrage, 80.

BETCHAT. Sur la région de Boussens, Salies-du-Salat et Betchat, par M. Léon Bertrand, 347. — Note sur les environs de Boussens, St-Martory et — (Hte-Garonne et Ariège), par M. L. Carez (Pl. XVI-XVII), 499.

Biarritz. Contribution à l'étude géol. des env. de —, Bidart et Bayonne, par M. Léon Bertrand (Pl. I) [Observ. de M. L. Carez], 83. — Sur la question des falaises de —, par M. Léon Bertrand, 849. — Sur la Flysch et en particulier sur le Flysch de — par M. Ch. Mayer-Eymar, 383.

Bibliographie. Voir : notices sur Gustave Bleicher, 231, et sur Parandier, 240.
RÉUN. EXTR. DANS LES A.-M ; liste des principaux travaux relatifs à la région parcourue dans les excursions dirigées par M. A. Guébhard, 512. — Liste des travaux relatifs à la région parcourue dans les excursions dirigées par M. Léon Bertrand, 520.

Bidart. Contribution à l'étude géol. des env de Biarritz. — et Bayonne, par M. Léon Bertrand (Pl. I) [Observ. de M. Carez], 83. — Observ. sur l'interprétation de la coupe de Caseville (—) (Basses-Pyrénées), par M. L. Carez, 333.

BIOT. Sur l'âge des labradorites de —, par MM. Ch. Depéret et A. Guébhard, 885.

BLAYAC (J.). Sur la présence de l'Eocène moyen dans la région de Souk Ahrras (province de Constantine), 42.

BLEICHER (G.). Nécrologie, 227. — Notice, par M. Fliche, 230.

BOISTEL (A.). Les cailloutis des Dombes, dans l'anse du Bugey, 127. — Présentation d'ouvrages, 397. — Observ. à la note de M. Termier : Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes, 433.

Boukharie Notice géologique sur les richesses minérales de la — et du Turkestan, par M. E.-D. Levat (Pl. XIV) [Observ. de MM. Dollfus, Boule, Douvillé], 439.

BOULE (Marcellin) Présentations d'ouvrages, 4, 319, 377, 378 — Sur des fossiles provenant d'une caverne à ossements près de Montmaurin (Hte-Garonne), 205. — Observ. à propos de la note de M. A. de Grossouvre : sur le prétendu dépôt miocène de Ville-Sauvage, près Etampes, 275. — Observ. à la note

. de M. Depéret: sur les caractères crâniens des *Lophidon* [Observ. de M. Depéret (p. 344)], 324. — Observ. au sujet de la commun de M. Levat: sur les richesses minérales de la Boukharie et de Turkestan, 456.

Bourgeat. Trois coupes géologiques à travers le massif de la Serre (Jura), 360. — Sur quelques formations de transport dans le département du Jura, 364.

Boussens. Sur la vallée de la Garonne vers — et St-Martory, par M. L. Carez [Observ. de MM. Haug et Guébhard], 335. — Sur la région de Boussens, Salies-du-Salat et Betchat, par M. Léon Bertrand, 347. — Note sur les environs de —, St-Martory et Betchat (Hte-Garonne et Ariège), par M. L. Carez (Pl. XVI-XVII), 499.

Brest. Sur le Kersanton de la rade de —, par M. Ch. Barrois. 253.

Brunhes (Jean). Présentation d'ouvrages, 460.

Bryozoaires fossiles, par M. F. Canu. 10.

Bugey. Les cailloutis des Dombes, dans l'anse du —, par M. A. Boistel, 127.

Burdigalien. Note sur deux Echinides nouveaux de la molasse — ne dite de Vence (A.-M.), par MM. Lambert et Savin (Pl. LIX), 881.

Bureau. Composition du — de la Société Géologique de France, 1. — Composition du — de la Réun. extr. de la Soc. Géol. de Fr., dans les A.-M., en 1902, 526.

C

Callovien. Rectification au sujet d'une citation de l'étage — à Noyarey (Isère), par M. W. Kilian, 357.

Canu (F.). — Bryozoaires fossiles, 10. — Présentation d'ouvrage, 271.

Capture. Sur un nouvel exemple du phénomène de — des cours d'eau superficiels par érosion souterraine, par M. E. Fournier, 380.

Caralp. Le Permien de la Bellongue (Ariège) ; ses relations avec les Schistes ardoisiers, 49. — Sur les roches éruptives de la Bellongue et de la vallée du Ger (Pyrénées centrales), 262.

Carbonifère. Contribution à l'étude du calcaire — dans le Tournaisis, par M. G. Delépine, 434.

Carez (Léon). Allocutions, 2, 26. — Observ. à la note de M. L. Bertrand: Contribution à l'étude géol. des env. de Biarritz, Bidart et Bayonne, 96. — Observ. sur l'interprétation de la coupe de Caseville (Bidart) (Basses-Pyrénées), 333. — Sur la vallée de la Garonne vers Boussens et St-Martory [Observ. de MM. Haug et Guébhard], 335. — Note sur les env de Boussens, St-Martory et Betchat (Hte-Garonne et Ariège) (Pl. XVI-XVII), 499.

Carpathiques. Sur l'âge des grès — de Roumanie. par M. Romulus Sevastos, 375 (Voir aussi *Karpates*).

Caseville. Observ. sur l'interprétation de la coupe de — (Bidart) (Basses-Pyrénées), par M. L. Carez, 333.

Caverne. Sur des fossiles provenant d'une — à ossements près de Montmaurin (Lot-et-Garonne), par M. Marcellin Boule, 205.

Cayrux. Découverte du Trias en Grèce par MM. — et Ardaillon, 5.

Caziot. Présentation d'ouvrage, 460. Sur la géol. des env. de Nice [Observ. de M. L. Bertrand], 711.

Cénomanien. Observ. au sujet du Mémoire de M. Michalet sur le — des environs de Toulon et ses Echinides, par M. J. Repelin, 269. — Sur le genre *Chondrodonta* Stanton, par M. H. Douvillé (Pl. XI), 314.

Cerithium. Sur l'âge des couches à *Nummulites contortus* et — *diaboli*, par M Emile Haug [Observ. de M. G. Dollfus], 483.

Chartron (C.) et M. Cossmann. Note sur l'Infralias de la Vendée et spécialement sur un gisement situé dans la commune du Simon-la-Vineuse (Pl. III-IV) [Observ. de M. Pervinquière], 163.

Chatelet (C.). Sur la présence de blocs de mollasse dans les sables pliocènes de Jonquerettes (Vaucluse), 328. — Sur l'Aquitanien d'Aramon (Gard) [Observ. de M. Pellat], 329.

Chatin. Nécrologie, 227.

Choffat (Paul). Sur le Crétacique de Conducia en Moçambique [Observ. de M. Douvillé], 400.

Chondrodonta. Sur le genre — Stanton, par M. H. Douvillé (Pl. XI), 314.

Commissions. Composition des —, 1.

Comptabilité. Rapport de la Commission de —, par M. H. Douvillé, 404.

Conducia. Sur le Crétacique de — en Moçambique, par M. Paul Choffat [Observ. de M. Douvillé], 400.

Conseil. Composition du —, 1.

Cossmann (M.). Sur un gisement de fossiles bathoniens près de Courmes (A.-M.) (Pl. XLVI-XLVII), 829.

Cossmann (M.) et C. Chartron. Note sur l'Infralias de la Vendée et spécialement sur un gisement situé dans la commune du Simon-la-Vineuse (Pl. III-IV) [Obs. de M. Pervinquière], 163.

Courmes. Sur un gisement de fossiles bathoniens près de — (A.-M.), par M.M. Cossmann (Pl. XLVI-XLVII), 829.

Craie. Distribution des Orbitolites et des Orbitoïdes dans la — du Sud-Ouest, par M. H. Douvillé, 307. — Note au sujet du mémoire de M. de Grossouvre sur la — supérieure, par M. A. Toucas, 321.

Crétacé. Note sur un *Zosterites* trouvé dans le — sup. du Dévoluy, par M. P. Fliche (Pl. II), 112. — Contribution à l'étude du — sup. à la limite du Var, des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes, par M. J. Repelin (Pl. LVIII), 868.

Crétacique. Sur les étages — s supérieurs des Alpes-Maritimes, par M. A. de Riaz, 369. — Sur le — de Conducia en Moçambique, par M. Paul Choffat [Observ. de M. Douvillé], 400.

Crozon. Observ. sur la Géol. de — faites à l'occasion d'un mémoire de M. Kerforne, sur le Silurien de ce canton, par M. Ch. Barrois, 51.

D

Damour. Nécrologie, 377.

Danien. Sur les étages — et montien, par M. A. de Grossouvre, 326.

Delépine (G.). Observ. sur les Dolomies permiennes de Robache (Vosges), 97. — Contribution à l'étude du calcaire carbonifère dans le Tournaisis, 434.

Delvaux. Nécrologie, 229.

Depéret (Charles). Sur les caractères crâniens des *Lophiodon* [Observ. de M. Boule], 323, 344. — Sur un nouveau gisement de Mammifères de l'Eocène moyen à Robiac, près St-Mamert (Gard) [Observ. de M. Gaudry], 343, 344.

Depéret et Guébhard. Sur l'âge des labradorites de Biot, 885.

Dévoluy. Notes sur un *Zosterites*, trouvé dans le Crétacé supérieur du —, par M. P. Fliche (Pl. II), 112.

Dévonien. Découverte du — supérieur dans le Sud-Oranais, annoncée par M. Douvillé, 397.

Dhuis. Note sur la délimitation de l'Aire synclinale qui alimente les sources de la —, près de Pargny (Aisne), par M. Babinet, 74.

Dollfus (G.-F.). Observations à la note de M. H. Douvillé, sur le terrain nummulitique de l'Aquitaine, 36. — Obs. à la note de M. A. de Grossouvre, sur le prétendu dépôt miocène de Ville-Sauvage, près Etampes, 274. — Sur les sables granitiques du Bassin de Paris, 326. — Obs. au sujet de la note de M. de Grossouvre, sur la constitution des sables de la Sologne, aux environs de Gien, 340 — Notes d'excursions sur les sables de la Sologne, etc., 347. — Réponse aux obs. de M. —, par M. de Grossouvre, 354, 379. — Sur les sables de la Sologne, 355. — Obs. à la note de M. Termier : Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes, 433. — Obs. au sujet de la comm. de M. Levat, sur les richesses minérales de la Boukharie et du Turkestan, 456. — Présentation d'ouvrages, 460. — Obs. à la note de M. Haug, sur l'âge des couches à *Nummulites contortus* et *Cerithium diaboli*, 498. — La tectonique des Préalpes-Maritimes, 730. — Sur les poudingues tertiaires des Alpes-Maritimes [Observ. de MM. A. Guébhard, Zürcher, Pellegrin, L. Bertrand], 731.

Dollot (Aug.). Présentation d'ouvrage, 319.

Dombes. Les cailloutis des —, dans l'anse du Bugey, par M. A. Boistel, 127.

Dordogne. Elan de Laugerie-Haute, près des Eyzies (—), par M. Harlé, 9. — Sur un nouveau genre de Radiolites, par M. H. Douvillé (Pl. XV), 478.

Douvillé (Henri). Sur la découverte du Trias en Grèce, 5. — Présentation d'échantillons provenant du Sud-Oranais rapportés par le Gal Jourdy, 6. — Sur le terrain nummulitique de l'Aquitaine [Observ. de MM. Dollfus, Haug (p. 36), Douxami (p. 39)], 15. — Etudes sur les Nummulites (Pl. V), 207. — Sur

les analogies des faunes fossiles de la Perse avec celles de l'Europe et de l'Afrique, 276. – Essai d'une revision des Orbitolites (Pl. IX-X), 289. — Distribution des Orbitolites et des Orbitoïdes dans la Craie du Sud-Ouest, 307. — Sur le genre *Chondrodonta* Stanton (Pl. XI), 314. — Découverte du Dévonien supérieur dans le Sud-Oranais, par M. Gautier, 397. — Présentations d'ouvrage, 397, 459 — Obs. de M. — à propos du Crétacique de Conducia en Moçambique, 403. — Rapport de la commission de comptabilité, 404. — Examen des fossiles rapportés du Turkestan par M. E.-D. Levat, 456. — Classification des Radiolites (Pl. XV), 461. — Sur un nouveau genre de Radiolites (Pl. XV), 478.

DOUXAMI (H.). Observ. à propos de la note de M. Douvillé, sur le terrain Nummulitique de l'Aquitaine, 39. — Présentation d'ouvrages, 343. — Observ. au sujet des programmes de l'enseignement secondaire, 346.

DUPARC (L.). Une exploration géologique dans l'Oural du Nord, 266.

DUPIN (E.). Gravenoire [Observ. de M. Giraud], 263. — Réponse à la note de M. —, par M. Ph. Glangeaud, 276.

E

Echinides. Observ. au sujet du Mémoire de M. Michalet sur le Cénomanien des environs de Toulon et ses —, par M. J. Repelin, 269 — Présentation du supplément à l'étude des — de la Perse, par M. Gauthier, 397. — Note sur deux — nouveaux de la molasse burdigalienne dite de Vence (Alpes-Maritimes), par MM. Lambert et Savin (Pl. LIX), 881.

Elan de Laugerie-Haute, près des Eyzies (Dordogne), par M. Edouard Harlé, 9.

ELDUAYEN. Nécrologie, 229.

Éocène. Sur l'— d'Algérie et de Tunisie et l'âge des dépôts de phosphate de chaux, par M. L. Pervinquière, 40. — Sur la présence de l'— moyen dans la région de Souk Ahrras, par M. J. Blayac, 42 — Sur un nouveau gisement de Mammifères de l'— moyen à Robiac, près St-Mamert (Gard), par M. Ch. Depéret [Observ. de M. A. Gaudry], 343. — Sur l'âge des couches à *Nummulites contortus* et *Cerithium diaboli*, par M. Emile Haug [Obs. de M. Dollfus], 483. — Note sur les débuts de l'— aux env. de Vence (A.-M.), par M. Ad. Guébhard, 908

Escragnolles Sur quelques fossiles remarquables de l'Hauterivien de la région d'—, par M. W. Kilian (Pl. LVII), 864. — Sur les fossiles de l'étage Albien, recueillis par M. A. Guébhard dans la région d'— (A.-M.), par M. E. Hitzel, 874.

Espagne. La faune ichthyologique des calcaires lithographiques de la province de Lérida, par M. H.-E. Sauvage, 268.

Étampes Sur le prétendu dépôt miocène de Ville-Sauvage, près —, par M. A. de Grossouvre, 273.

Eyzies (les). Elan de Laugerie-Haute, près — (Dordogne), par M. Ed. Harlé, 9.

F

FABRE (L.-A.) Présentation d'ouvrage, 271.

FALSAN. Nécrologie, 102.

Finistère. Observ. sur la géol. de Crozon faites à l'occasion d'un Mém. de M. Kerforne sur le Silurien de ce canton, par M. Ch. Barrois, 51. — Sur le Kersanton de la rade de Brest, par M. Ch. Barrois, 253.

FLAMAND (G.-B.-M.). Observ. sur les nitrates du Sahara, à propos d'un échantillon de salpêtre naturel provenant de l'archipel touatien, 366

FLICHE (P.). Note sur un *Zosterites*, trouvé dans le Crétacé sup. du Dévoluy (Pl. II), 112. — Notice sur Gustave Bleicher, 230.

Flysch. Sur le — et en particulier sur le — de Biarritz, par M. Ch. Mayer-Eymar, 383.

Foraminifères. Sur les — ayant un réseau de mailles polygonales, par M. Munier-Chalmas, 349. — Sur les — rapportés au groupe des Orbitolites, par M. Munier-Chalmas, 351.

FOURNIER (E.). Sur un nouvel exemple du phénomène de capture des cours d'eau superficiels par érosion souterraine, 380.

FOURTAU. Présentation d'ouvrages, 377.

G

Gard. Sur l'Aquitanien d'Aramon (—), par M. Chatelet [Observ. de

M. Pellat]. 329. — Sur un nouveau gisement de Mammifères de l'Eocène moyen à Robiac, près St-Mamert (—), par M. Ch. Depéret [Observ. de M. A. Gaudry], 343.

Garonne (*Haute*). Sur des fossiles provenant d'une caverne à ossements près de Montmaurin (—), par M. Marcellin Boule, 205. — Sur la Vallée de la Garonne, vers Boussens et St-Martory, par M. L. Carez (Observ. de MM. Haug et Guébhard], 335. — Sur la région de Boussens, Salies-du-Salat et Betchat, par M. Léon Bertrand, 347. — Note sur les environs de Boussens, St-Martory et Betchat (— et Ariège) (Pl. XVI-XVII), par M. L. Carez, 499.

GAUDRY (Albert). Présentation d'une note sur la similitude des dents de l'Homme et de quelques animaux, 37. — Cinquantenaire scientifique de M. —, 204. — Observ. au sujet des notes de M. Depéret, sur un nouveau gisement de Mammifères de l'Eocène moyen à Robiac, près St-Mamert (Gard) et sur les Lophiodon, 344. — Mission de M. André Tournouër en Patagonie, 345. — Les programmes de l'enseignement secondaire et la géologie, 345. — Recherches paléontologiques de M. André Tournouër en Patagonie, 378.

GAUTHIER (Victor). Présentation du supplément à l'étude des Echinides de la Perse, 397.

GAUTIER. Découverte du Dévonien supérieur dans le Sud-Oranais, 397.

GENTIL (L.). Lettre de M. Saussine, sur l'éruption de la Montagne-Pelée, 320. — Présentation d'ouvrage, 342.

Géologie (La), dans les programmes de l'enseignement secondaire, par M. A. Gaudry, 345.

Ger. Sur les roches éruptives de la Bellongue et de la vallée du — (Pyrénées centrales), par M. Caralp, 262

Gien. Sur la constitution des sables de la Sologne aux environs de Gien, par M. A. de Grossouvre [Obs. de M. Dollfus], 339.

GIRAUD. Observ à la note de M. Dupin: Gravenoire, 265. — Présentation d'ouvrage, 320. — Sur l'éruption de la Martinique [Obs. de M. L. Janet], 394, 395.

Glaciaire (*Période*). Remarques sur le climat de la — dans les Karpates méridionales, par M. E. de Martonne, 330.

GLANGEAUD (Ph.) Réponse à la note de M. Dupin : Gravenoire, 276.

GOSSELET. Observ. dans les exploitations de phosphates de chaux, 38. — Manifestation à Lille en l'honneur de M. —, 397.

Graptolites. Note préliminaire sur les — du Massif armoricain, par M. G. Kerforne, 102.

Gravenoire, par M. E. Dupin [Obs. de M. Giraud, Réponse de M. Glangeaud (p. 276)], 263.

Grèce. Découverte du Trias en —, par MM. Cayeux et Ardaillon, 5.

GROSSOUVRE (A. de). Sur le prétendu dépôt miocène de Ville-Sauvage, près Etampes [Obs. de MM. Dollfus, Boule, Ramond], 273. — Note au sujet du Mémoire de M. — sur la Craie sup., par M. A. Toucas, 321. — Sur les cailloutis à silex du bassin de la Seine [Observ. de M. Dollfus], 324. — Sur les étages danien et montien, 326. — Sur la constitution des sables de la Sologne, aux environs de Gien, par M. A. de Grossouvre [Observ. de M. Dollfus], 339. — Réponse aux obs. de M. G. Dollfus, 354, 379.

GUÉBHARD (A.) Expérience sur le mécanisme éruptif des appareils volcaniques, 271. — Observ. à la communication de M. L. Carez, sur la vallée de la Garonne vers Boussens et St-Martory, 336.
RÉUN. EXTR. DANS LES A.-M. : Programme des excursions préliminaires dirigées par M.—, 510.— Liste des principaux travaux relatifs à la région parcourue dans les excursions dirigées par M. —, 512. — CR. de la course du 5 sept. (Pl. XVIII-XX) [Obs. de MM Zürcher, Léon Bertrand], 528. — CR. de la course du 6 sept. (Pl. XXI-XXVII) [Obs. de MM. Zürcher L. Bertrand], 550. — CR. de la course du 7 sept. (Pl. XXVIII-XXXII), 586. — CR. de la course du 8 sept. (Pl. XXXIII-XXXVIII) [Obs. de MM. Zürcher, Léon Bertrand], 613. — Obs. (course du 10 sept.), 682. — Obs. (course du 11 sept.), 686. — Obs. (course du 17 sept.), 710. — Trois taches labradoritiques à l'O. du Var, 715. — Sur deux trouvailles de fossiles aux environs de Vence, 715. — Sur le figuré anguleux des encoches synclinales [Obs. de M. Léon Bertrand], 719. — Obs. (course du 19 sept.), 727. — Observations, 734. — Présentation de notes, 735. — Etude paléontologique et stratigra-

phique du système jurassique dans les Préalpes maritimes par MM. W. Kilian et — (Pl. XLVIII L), 737. — Sur les fossiles de l'étage Albien recueillis par M. —, dans la région d'Escragnolles (A.-M.), par M. E. Hitzel, 874. — Sur l'âge des labradorites de Biot, par MM. Ch. Depéret et —, 885. — Liste récapitulative des taches éruptives de l'ouest du Var, 900. — Note sur les débuts de l'Eocène aux environs de Vence (A.-M.), 908. — Relevé des horizons à silex observables dans les Préalpes maritimes, 919. — Sur les brèches et poudingues observables entre Siagne et Var, 923. — Notice tectonique, 938.

H

HARLÉ (Édouard). Élan de Laugerie Haute, près les Eyzies (Dordogne), 9.

HAUG (Emile). Allocution, 2. — Présentations d'ouvrages, 5, 343, 460. — Observ. de M. Paul Lory à une note de M. — à propos des plis du massif du Vercors, 7. — Observ. à la note de M. H. Douvillé, sur le terrain nummulitique de l'Aquitaine, 36. — Observ. à propos de la communication de M. M. Lugeon, sur les grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses, 82. — Observ. à la comm. de M. L. Carez, sur la vallée de la Garonne vers Boussens et St-Martory, 336. — Manifestation à Lille en l'honneur de M. Gosselet, 397. — Sur l'âge des couches à *Nummulites contortus* et *Cerithium diaboli* [Observ. de M. Dollfus], 483.

Hauterivien. Sur quelques fossiles remarquables de l'— de la région d'Escragnolles, par M. W. Kilian (Pl. LVII), 864.

Helix (*Tachea*) *sylvana* von Klein. Sur l'âge des calcaires à —, par M. L. Rollier, 278.

Hippurites. Sur l'origine et la classification des —, par M. A. Toucas, 337.

HITZEL (E.). Sur les fossiles de l'étage albien, recueillis par M. A. Guébhard, dans la région d'Escragnolles (A.-M.), 874.

Hydrologie. Note sur la délimitation de l'aire synclinale qui alimente les sources de la Dhuis, près de Pargny (Aisne), par M. Babinet, 74. — Présentations d'ouvrages, 38, 204. — Sur un nouvel exemple de phénomène de capture des cours d'eau superficiels par érosion souterraine, par M. E. Fournier, 380.

I

IMBEAUX (Docteur). Présentation de son ouvrage : l'alimentation en eau et l'assainissement des villes, 38.

IMBEAUX et VILLAIN. Présentation d'une brochure : Captation des eaux souterraines de la forêt de Haye, 204.

Infralias. Note sur l'— de la Vendée et spécialement sur un gisement situé dans la commune du Simon-la-Vineuse, par MM. C. Chartron et M. Cossmann (Pl. III-IV) [Obs. de M. Pervinquière], 163.

Isère. Rectification au sujet d'une citation de l'étage callovien à Noyarey (—), par M. W. Kilian, 357. — Plis marginaux de la partie méridionale de Belledonne, par M. P. Lory, 359.

J

JANET (Léon). Observ. à la communication de M. Giraud sur l'éruption de La Martinique, 395. — Obs. à la note de M. Termier : Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes, 433.

JEANCARD (P.). Note sur l'affleurement charbonneux de Vescagne, 933.

Jonquerettes (Vaucluse). Sur la présence de blocs de mollasse dans les sables pliocènes de —, par M. C. Chatelet, 328.

JOURDY (E.). Présentation d'échantillons provenant du Sud-Oranais, 6. — Excursion géol. à la lisière septentrionale du Sahara Algérien, 214.

Jura. Trois coupes géologiques à travers le massif de la Serre (Jura), par M. Bourgeat, 360. — Sur quelques formations de transport dans le département du —, 364.

Jurassique. Etude paléontologique et stratigraphique du système — dans les Préalpes maritimes, par MM. W. Kilian et A. Guébhard (Pl. XLVIII-L), 737. — Sur les Polypiers des environs de St-Vallier de Thiey, par M. F. Koby (Pl. LI-LVI), 847.

K

Karpates. Remarques sur le climat de la période glaciaire dans les — méridionales par M. E. de Martonne, 330 (Voir aussi *Carpathique*).

KERFORNE. Observ. sur la géol. de Crozon faits à l'occasion d'un mém. de M. — sur le Silurien de ce canton, par M. Ch. Barrois, 50. — Note préliminaire sur les Graptolites du massif armoricain, 102.

Kersanton. Sur le — de la rade de Brest, par M. Charles Barrois, 253.

KILIAN (W.). Observ. à propos de l'étude de M. Lugeon, sur l'origine des vallées des Alpes occidentales, 7. — Rectification au sujet d'une citation de l'étage callovien à Noyarey (Isère), 357. — Sur quelques gisements de l'étage aptien, 358. — Sur deux microorganismes du Mésozoïque alpin, 358. — Etude paléontologique et stratigraphique du système jurassique dans les Préalpes maritimes, par MM. — et A. Guébhard (Pl. XLVIII-L), 737. — Sur quelques fossiles remarquables de l'Hauterivien de la région d'Escragnolles (Pl. LVII), 864.

Kimeridgien. Note préliminaire sur l'étage — entre la vallée de l'Aube et celle de la Loire, par MM. Paul Lemoine et Camille Rouyer, 104.

KOBY. Sur les Polypiers jurassiques des environs de Saint-Vallier-de-Thiey (Pl. LI-LVI), 847.

L

LACROIX. Sur l'éruption de la Martinique, 394.

LAMBERT et SAVIN. Note sur deux Échinides nouveaux de la molasse burdigalienne dite de Vence (A.-M.) (pl. LIX), 881.

LAPPARENT (Albert de). Présentation d'ouvrage, 205. — Notice nécrologique sur M. Parandier, 240.

Laugerie-Haute. Élan de —, près les Eyzies (Dordogne), par M. Ed. Harlé, 9.

LAVILLE. Présentation de notes sur le Quaternaire et le Paléolithique aux environs de Paris, 459.

LEMOINE (Paul) et Camille ROUYER. Note préliminaire sur l'étage kimeridgien entre la vallée de l'Aube et celle de la Loire, 104.

Lérida. La faune ichthyologique des calcaires lithographiques de la province de — (Espagne), par M. H.-E. Sauvage, 268.

LEVAT (E.-D.) Notice géologique sur les richesses minérales de la Boukharie et du Turkestan (Pl. XIV) [Obs. de MM. G. Dollfus, Boule, H. Douvillé], 439.

LIMUR (Le comte de). Nécrologie, 228.

Lithothamnium. Note préliminaire sur les — des terrains tertiaires d'Algérie, par M. J. Savornin, 158.

Loire. Note préliminaire sur l'étage Kimeridgien entre la vallée de l'Aube et celle de la —, par MM. Paul Lemoine et Camille. Rouyer, 104.

Loiret. Sur la constitution des sables de la Sologne, aux environs de Gien, par M. A. de Grossouvre [Observ. de M. Dollfus], 339.

Lophiodon. Sur les caractères crâniens des —, par M. Ch. Depéret [Observ. de M. Boule], 323, 344.

LORY (P.). Plis avoisinant le Bord subalpin au sud de Grenoble [Obs. à une note de M. Haug]. 7. — Plis marginaux de la partie méridionale de Belledonne, 359. — Réun. ext. de la Soc. géol. de Fr. dans les A. M. en 1902 : Observ. (course du 15 sept.), 704; Observ., 715.

LUGEON (Maurice). Obs. de M. Kilian à propos de la note de M. — : étude de l'origine des vallées dans les Alpes occidentales, 7. — Les grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses, 80.

M

MACPHERSON. Nécrologie, 394.

MARGERIE (Emm. de). Présentation d'ouvrage, 342.

MARTINI (Tito). Expérience due au Pr —, présentée par le Dr Guébhard, 271.

Martinique (*La*). Lettre de M. Saussine sur l'éruption de la Montagne Pelée, 320. — Sur l'éruption de —, par M. Giraud [Obs. de M. L. Janet], 394-395.

MARTONNE (E. de). Remarques sur le climat de la période glaciaire dans les Karpates méridionales, 330.

MAYER-EYMAR (Ch.). Sur le Flysch et en particulier sur le Flysch de Biarritz, 383.

MENGEL (Léon BERTRAND et). Présentation d'ouvrage, 80.

Mésozoïque. Sur deux microorganismes du — alpin, par M. W. Kilian, 358.

MEUNIER (Stanislas). Origine de l'opale farineux sédimentaire, 250.

MICHALET. Observ. au sujet du mém. de M. — sur le Cénomanien des environs de Toulon et ses Echinides, par M. J. Repelin, 269.

Miocène. Sur le prétendu dépôt — de Ville-Sauvage, près Etampes, par M. A. de Grossouvre [Observ. de M. Dollfus], 273.

Moçambique. Sur le Crétacique de Conducia en —, par M. Paul Choffat [Obs. de M. Douvillé], 400.

Montien. Sur les étages danien et —, par M. A. de Grossouvre, 326.

Montmaurin. Sur des fossiles provenant d'une caverne à ossements près de — (Hte-Garonne), par M. Marcellin Boule, 205.

MUNIER-CHALMAS. Observ. au sujet des programmes de l'enseignement secondaire. 346. — Sur les Foraminifères ayant un réseau de mailles polygonales, 349. — Sur les Foraminifères rapportés au groupes des Orbitolites, 351.

N

Nécrologie. Arrault, 1, 227, — Falsan, 102. — Bleicher, 227-230. — Chatin, 227. — Comte de Limur, 228. — Parandier, 228-240. — Porteret, 228. — Pouyanne, 228. — Delvaux, 229. — Elduayen, 226. — Henri Filhol, 271. — Damour, 377. — Macpherson, 394. — J. Pethö, 394.

Néocomien. Bryozoaires fossiles, par M. F. Canu, 10.

Nice. Tertiaire et Quaternaire des environs de —, par M. A. de Riaz, 373. — Sur la géologie des environs de —, par M. Cazioť, 711.

Notices nécrologiques. Bleicher, par M. Fliche, 230. — Parandier, par M. de Lapparent, 240.

Noyarey (Isère). Rectification au sujet d'une citation de l'étage callovien à — (Isère), par M. W. Kilian, 357.

Nummulites. Etudes sur les —, par M. H. Douvillé (Pl. V), 207.

Nummulites. Sur l'âge des couches à — *contortus* et *Cerithium diaboli*, par M. Emile Haug [Observ. de M. Dollfus], 483.

Nummulitique. Sur le terrain — de l'Aquitaine, par M. H. Douvillé [Observ. de M. Douxami, p. 39], 15.

O

Opale. Origine de l' — farineuse sédimentaire, par M. Stanislas Meunier, 250.

Orbitoïdes. Deuxième note sur les —, par M. Ch. Schlumberger (Pl. VI-VIII), 255. — Distribution des Orbitolites et des — dans la craie du Sud-Ouest, par M H. Douvillé, 307.

Orbitolites. Essai d'une revision des —, par M. H. Douvillé (Pl. IX-X), 289. — Distribution des — et des Orbitoïdes dans la Craie du Sud-Ouest, par M. H. Douvilllé, 307 — Sur les Foraminifères rapportés au groupe des —, par M. Munier-Chalmas, 351.

OURAL. Une exploration géologique dans l'— du Nord, par M. Duparc, 266.

P

Paléolithique. Présentation de notes sur le Quaternaire et le — aux environs de Paris, par M. Laville, 459.

PALLARY. Présentation de deux brochures traitant du genre *Camelus*, 4.

PARANDIER. Nécrologie, 228. — Notice par M. Albert de Lapparent, 240.

Pargny. Note sur la délimitation de l'aire synclinale qui alimente les sources de la Dhuis, près de — (Aisne), par M. Babinet, 74.

Paris (*Bassin de*). Origine de l'opale farineuse sédimentaire. par M. Stanislas Meunier, 250. — Sur le prétendu dépôt miocène de Ville-Sauvage, près Etampes, par M. A. de Grossouvre [Obs. de MM. Dollfus, Boule, Ramond], 273. — Sur les cailloutis à silex du bassin de la Seine, par M. A. de Grossouvre [Obs. de M. Dollfus]. 324. — Sur les sables granitiques du —, par M. G. Dollfus, 326. — Sur la constitution des sables de la Sologne, aux environs de Gien, par M. A. de Grossouvre [Obs. de M. Dollfus], 339. — Notes d'excursions sur la Sologne, par M. G. Dollfus, 347. — Sur les sables de la Sologne, par M. G. Dollfus, 355. — Réponse aux obs. de M. G. Dollfus, par M. A. de Grossouvre, 354, 379.

Paris (*Environs de*). Présentation de notes sur le Quaternaire et le Paléolithique aux —, par M. Laville, 459.

Patagonie. Recherches paléontologiques de M. André Tournouër en —, par M. Albert Gaudry, 378 —

PELLAT (Edm.), Observ. à la note de M. C. Chatelet, sur l'Aquitanein d'Aramon (Gard), 330.

PELLEGRIN (Charles). Géologie du Mt-Agel (Pl. XLV), 712. — Réun. extr. dans les A.-M., observations, 735.

Permien. Le — de la Bellongue (Ariège); ses relations avec les schistes ardoisiers, par M. Caralp, 49. — Obs. sur les dolomies —nes de Robache (Vosges), par M. G. Delépine, 97.

PERON (A.). Sur les étages crétaciques supérieurs des Alpes-Maritimes, Réponse à M. — par M. de Riaz, 369.

Perse. Etudes sur les Nummulites (Pl. V), par M. H. Douvillé, 207. — Sur les analogies des faunes fossiles de la — avec celles de l'Europe et de l'Afrique, par M. H. Douvillé, 276. — Présentation du supplément à l'étude des Echinides de la —, par M. Gauthier, 397.

PERVINQUIÈRE (L.). Sur l'Eocène d'Algérie et de Tunisie et l'âge des dépôts de Phosphate de chaux, 40. — Observ. à la note de MM. C. Chartron et M. Cossmann, sur l'Infralias de la Vendée, 203.

PETRÖ. Nécrologie, 394.

Pétrographie. Obs. sur les dolomies permiennes de Robache (Vosges), par M. G. Delépine, 97. — Origine de l'opale farineuse sédimentaire, par M. St. Meunier, 250. — Sur le Kersanton de la rade de Brest, par M. Ch. Barrois, 253. — Sur les roches éruptives de la Bellongue et de la vallée du Ger (Pyrénées centrales), par M. Caralp, 262. — Examen des cendres de l'éruption de la Mtg. Pelée, par M. Gentil, 320. — Obs. sur les nitrates du Sahara à propos d'un échantillon de salpêtre naturel provenant de l'archipel touatien, par M. G.-B.-M. Flamand, 366.

Phosphate. Observ. dans les exploitations de —s de chaux, par M. Gosselet, 38. — Sur l'Eocène d'Algérie et de Tunisie et l'âge des dépôts de — de chaux, par M. L. Pervinquière, 40.

Pliocène. Sur la présence de blocs de mollasse dans les sables —s de Jonquerettes (Vaucluse), par M. C. Chatelet, 328.

Polypiers. Sur les Polypiers jurassiques des environs de St-Vallier-de-Thiey, par M. F. Koby (Pl. LI-LVI), 847.

PORTERET. Nécrologie, 288.

POUYANNE. Nécrologie, 228.

PRIEM (F.). Sur des Pycnodontes tertiaires du dépt de l'Aude, 44.

Primaire. Echantillons rapportés du Sud-Oranais par le Gal Jourdy, 6.

Prix. Joseph Roussel, lauréat du — Viquesnel, 226.

Pycnodontes. Sur des — tertiaires du département de l'Aude, par M. F. Priem, 44.

Pyrénées (*Basses*). Contribution à l'étude géol. des env. de Biarritz, Bidart et Bayonne, par M. Léon Bertrand (Pl. I) [Obs. de M. Carez], 83. — Observ. sur l'interprétation de la coupe de Caseville (Bidart) (—), par M. L. Carez, 333. — Sur la question des falaises de Biarritz, par M. Léon Bertrand, 349. — Sur le Flysch et en particulier sur le Flysch de Biarritz, par M. Ch. Mayer-Eymar, 383.

Q

Quaternaire. Sur des fossiles provenant d'une caverne à ossements près de Montmaurin (Hte-Garonne), par M. Marcellin Boule, 205. — Tertiaire et — des environs de Nice, par M. A. de Riaz, 373. — Présentation de notes sur le — et le Paléolithique des environs de Paris, par M. Laville, 459.

R

Radiolites. Classification des —, par M. H. Douvillé (Pl. XV), 44. — Sur un nouveau genre de —, par M. H. Douvillé (Pl. XV), 478.

RAMOND (G.). Observ. a propos de la note de M. A. de Grossouvre, sur le prétendu dépôt miocène de Ville-Sauvage, près Etampes, 275. — Présentation d'ouvrages, 319.

REPELIN (J.). Observ. au sujet du mémoire de M. Michalet sur le Cénomanien des environs de Toulon et ses Echinides, 269. — Contribution à l'étude du Crétacé supérieur à la limite du Var, des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes, par M. — (Pl. LVIII), 868.

Réunion extraordinaire de la Soc. géol. de Fr. dans les Alpes-Maritimes, en 1902 (Pl. XVIII-LIX), 509 [Première partie : CR. des excursions, 526; Deuxième partie : Notes annexes, 737].

RÉVIL (J.). Présentation d'ouvrage, 460.

RIAZ (A. de). Sur les étages crétaciques des Alpes-Maritimes, 369. — Tertiaire et Quaternaire des environs de Nice, 373.

Robache. Observ. sur les dolomies permiennes de — (Vosges), par M. G. Delépine, 97.

Robiac. Sur un nouveau gisement de Mammifères de l'Eocène moyen à —, près St-Mamert (Gard) par M. Ch. Depéret [Observ. de M. A. Gaudry], 343.

ROLLIER (L.). Sur l'âge des calcaires à *Helix* (*Tachea*) *sylvana* von Klein, 278. — Présentation d'ouvrage, 343.

Roumanie. Sur l'âge des grès carpathiques de —, par M. Romulus Sévastos, 375.

ROUSSEL (Joseph). Lauréat du Prix Viquesnel, 229.

ROUYER (Paul LEMOINE et Cam.). Note préliminaire sur l'étage kimeridgien entre la vallée de l'Aube et celle de la Loire, 104.

S

Sahara Echantillons rapportés du Sud-Oranais, par M. E. Jourdy, 6, — Excursion géol. à la lisière septentrionale du — Algérien, par M. E. Jourdy, 214. — Obs. sur les nitrates du — à propos d'un échantillon de salpêtre naturel provenant de l'archipel touatien, par M. G.-B.-M Flamand, 366. — Découverte du Dévonien supérieur dans le Sud-Oranais, annoncée par M. Douvillé, 397.

Saint-Mamert (*Gard*). Sur un nouveau gisement de Mammifères de l'Eocène moyen à Robiac, près — par M. Ch. Depéret [Observ. de M. A. Gaudry], 343.

Saint-Martory. Sur la vallée de la Garonne vers Boussens et St-Martory, par M. L. Carez [Observ. de MM. Haug et Guébhard], 335. — Note sur les environs de Boussens, — et Betchat (Hte-Garonne et Ariège), par M. L. Carez (Pl. XVI-XVII). 499.

Saint-Vallier de Thiey. Sur les Polypiers jurassiques des environs de —, par M. F. Koby (Pl. LI-LVI), 847.

Salies-du-Salat. Sur la région de Boussens, — et Betchat, par M. Léon Bertrand, 347.

SAUSSINE. Lettre de M. — sur l'éruption de la Montagne Pelée, 320.

SAUVAGE (H.-E.). La faune ichthyologique des calcaires lithographiques de la province de Lérida. Espagne, 268.

SAVIN (LAMBERT et). Note sur deux Echinides nouveaux de la molasse burdigalienne dite de Vence (Alpes-Maritimes) (Pl. LIX), 881.

SAVORNIN (J.). Note préliminaire sur les *Lithothamnium* des terrains tertiaires d'Algérie, 158.

Schistes. Le Permien de la Bellongue (Ariège); ses relations avec les — ardoisiers, par M. Caralp, 49.

SCHLUMBERGER (Charles). Deuxième note sur les Orbitoïdes (Pl. VI-VIII), 255.

Secondaire. Échantillons rapportés du Sud-Oranais par le Gᵃˡ Jourdy, 6.

Seine-et-Oise. Sur le prétendu dépôt miocène de Ville-Sauvage, près Etampes, par M. A. de Grossouvre [Obs. de MM. Dollfus, Boule, Ramond], 273.

Sénonien. Bryozoaires fossiles, par M. F. Canu, 10.

Serre (*La*). Trois coupes géologiques à travers le massif de — (Jura), par M. Bourgeat, 360.

SEVASTOS (Romulus). Sur l'âge des grès carpathiques de Roumanie, 375.

Siagne. Sur les brèches et poudingues observables entre — et Var, par M. A. Guébhard, 923.

Silex. Sur les cailloutis à — du bassin de la Seine, par M. A. de Grossouvre, 324. — Relevé des horizons à — observables dans les préalpes maritimes, par M. A. Guébhard, 919.

Silurien. Observ. sur la géol. de Crozon faites à l'occasion d'un mém. de M. Kerforne sur le — de ce canton, par M. Ch. Barrois, 51. — Note préliminaire sur les Graptolites du Massif armoricain, par M. F. Kerforne, 102.

Simon-la-Vineuse. Note sur l'Infralias de la Vendée et spécialement sur un gisement situé dans la commune du —, par MM. C. Chartron et M. Cossmann (Pl. III-IV) [Obs. de M. Pervinquière], 163.

Sologne. Sur la constitution des sables de la —, aux environs de Gien, par M. A. de Grossouvre, [Obs. de M. Dollfus], 339. — Sur les sables de la —, par M. G.-F. Dollfus, 355.

Souk Ahras. Sur la présence de l'Eocène moyen dans la région de —, par M. J. Blayac, 42.

T

Tectonique. Plis avoisinant le Bord subalpin au sud de Grenoble, par M. P. Lory, 7. — Obs. sur la Géol. de Crozon à l'occasion d'un Mém. de M. Kerforne sur le Silurien de ce canton, par M. Ch. Barrois, 51. — Les grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses, par M. M. Lugeon, 80. — Obs. de M Haug à propos de la communication de M. Lugeon sur les nappes des Alpes, 82. — Contribution à l'étude géol. des env. de Biarritz, Bidart et Bayonne, par M. Léon Bertrand (Pl. I) [Obs. de M. Carez], 83. — Obs. sur l'interprétation de la coupe de Cazeville (Bidart) (Basses-Pyrénées) [Obs. de MM. Haug, Guébhard], 333. — Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes, par M. Pierre Termier, [Obs. de MM. L. Janet, Boistel G. Dollfus] (Pl. XII-XIII), 411. — Réun. extr. de la Soc. Géol. de Fr. dans les A.-M., en 1902 (Pl. XVIII-XLV), 509.

Termier (Pierre). Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes (Pl. XII-XIII) [Obs. de MM. L. Janet, Boistel, G. Dollfus], 411.

Tertiaire. Sur des Pycnodontes —s du département de l'Aude, par M. F. Priem, 44. — Note préliminaire sur les *Lithothamnium* des terrains —s d'Algérie, par M. J. Savornin, 158. — Sur l'âge des calcaires à *Helix* (*Tachea*) *sylvana* von Klein, par M. L. Rollier, 278. — — et Quaternaire des environs de Nice, par M. A. de Riaz, 373.

Tornquist (A.). Présentation d'une brochure de M. —, par M. Haug, 5,

Touatien (*Archipel*). Obs. sur les nitrates du Sahara, à propos d'un échantillon de Salpêtre naturel provenant de l'—, par M. G.-B.-M. Flamand, 366.

Toucas (A.). Note au sujet du Mémoire de M. de Grossouvre sur la craie supérieure, 321. — Sur l'origine et la classification des Hippurites, 337. — Présentation d'ouvrage, 378.

Toulon. Obs. au sujet du Mémoire de M. Michalet sur le Cénomanien des environs de — et ses Echinides, par M. J. Repelin, 269.

Tournaisis. Contribution à l'étude du calcaire carbonifère dans le —, par M. G. Delépine, 434.

Tournier (Abbé). Présentation d'ouvrage, 397.

Tournouër (André). Recherches paléontologiques de M — en Patagonie, par M. Albert Gaudry, 378.

Transport. Sur quelques formations de — dans le département du Jura, par M. Bourgeat, 364.

Trias. Découverte du — en Grèce, comm. de M. H. Douvillé, 5.

Tunisie. Sur l'Éocène d'Algérie et de — et l'âge des dépôts de phosphate de chaux, par M. L. Pervinquière, 40.

Turkestan. Notice géologique sur les richesses minérales de la Boukharie et du —, par M. E.-D. Levat (Pl. XIV) [Obs. de MM. G. Dollfus, Boule, Douvillé], 439.

V

Var. Observ. au sujet du mémoire de M. Michalet sur le Cénomanien des environs de Toulon et ses Echinides, par M. J. Repelin, 269. — I. Sur les grandes lignes de la géologie dans la partie alpine des Alpes-Maritimes (p. 639); II. Description sommaire de la région voisine du littoral à l'est du — (p. 656) (Pl. XXXIX-XLII), par M. Léon Bertrand, 638. — Contribution à l'étude du Crétacé supérieur à la limite du —, des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes, par M. J. Repelin (Pl. LVIII), 868. — Liste récapitulative des taches éruptives de l'Ouest du —, par M. Ad. Guébhard, 900. — Sur les Brèches et poudingues observables entre Siagne et —, par M. Ad. Guébhard, 923.

Vaucluse. Sur la présence de blocs de mollasse dans les sables pliocènes de Jonquerettes (—), par M. C. Chatelet, 328.

Vence (A.-M.). Sur deux trouvailles de fossiles aux environs de Vence, par M. A. Guébhard, 715. — Note sur deux Echinides nouveaux de la molasse burdigalienne dite de —, par MM. Lambert et Savin (Pl. LIX), 881. — Note sur les débuts de l'Eocène aux environs de Vence (A.-M.), par M. Ad. Guébhard, 908.

Vendée. Note sur l'Infralias de la — et spécialement sur un gisement situé dans la commune du Simon-la-Vineuse, par MM. C. Chartron et M. Cossmann [Obs. de M. Pervinquière] (Pl. III-IV), 163.

Vescagne. Note sur l'affleurement charbonneux de —, par M. P. Jeancard, 933.

VIDAL DE LA BLACHE. Réun. extr. de la Soc. Géol. dans les A.-M. en 1902. Observ. (course du 13 septembre), 694.

Ville-Sauvage. Sur le prétendu dépôt miocène de —; près Etampes, par M. A. de Grossouvre, 273.

Volcans. Lettre sur l'éruption de la Montagne Pelée, et examen de cendres volcaniques, par M. L. Gentil, 320: — Sur l'éruption de la Martinique, par M. Giraud [Obs. de M. L. Janet], 394, 395.

Vosges. Observ. sur les dolomies permiennes de Robache (—), par M. G. Delépine, 97.

Z

Zosterites Note sur un — trouvé dans le Crétacé supérieur du Dévoluy, par M. P. Fliche (Pl. II), 112.

ZÜRCHER. Réun. extr. de la Soc. Géol. de Fr. dans les A.-M, en 1902: Allocutions, 526; 736. — Observ. (course du 5 sept.), 549. — Obs. (course du 6 sept.). 583. — Obs, (course du 8 sept.), 635. — Obs. (course du 19 sept.), 726. — Observations, 735.

TABLE DES GENRES & DES ESPÈCES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS ET DÉNOMMÉS A NOUVEAU ET DES SYNONYMIES INDIQUÉES DANS CE VOLUME [1]

Alectryonia (*Lopha*) *costata* Sow. sp. [non *O. costata* (Sow.)], p. 758. — O. Knorri Goldfuss.

— (*Lopha*) *Marshi* Sow., p. 743. — O. flabelloides Goldf. sp.

Amberleya cuspidata Cossm. n. sp., p. 837; pl. XLVI, fig. 1-2 et pl. XLVII, fig. 4.

— *subpyramidalis* (d'Orb.), p. 838; pl. XLVII, fig. 7-9. — Turbo pyramidalis d'Arch.; T. subpyramidalis d'Orb.

Ampullospira infraliasica Cossm. n. sp., p. 190; pl. IV, fig. 3.

— *Zetes* (d'Orb.), p. 839; pl. XLVII, fig. 12-14. — Natica Zetes d'Orb.; N. mucronata Piette; Ampullina Zetes Cossm.

Ancistrodon Debey, p. 48.

Aporrhais Gobyi Repelin n. sp., p. 871; pl. LVIII, fig. 1.

— *Guebhardi* Repelin n. sp., p. 871; pl. LVIII, fig. 2-5.

— *præalpina* Repelin n. sp., p. 872; pl. LVIII, fig. 6.

— *raricostata* Repelin n. sp., p. 872; pl. LVIII, fig. 7.

Aptychus punctatus Voltz, p. 792. — A. imbricatus H. von Meyer.

Archiacina M.-Chalm., p. 350.

Aspidoceras cf. *Lemani* E. Favre, p. 826, pl. XLVIII, fig. 1.

— *perarmatum* Sow. sp. (non *biarmatum* Opp. — A. Babeanum d'Orb. *p.p.*).

Assilina exponens Sow., p. 20. — Nummulites planospira Boubée.

— *granulosa* d'Arch., p. 19, 208. — Nummulites Murchisoni Brunner in Rütim.

— *spira* de Roissy.

Astarte courmensis Cossm. n. sp., p. 841; pl. XLVI, fig. 18-19, 21-23.

Astrocœnia Guebhardi Koby n. sp., p. 859; pl. LIV, fig. 5.

Ataphrus Piettei [Martin], p. 196, fig. 6; pl. IV, fig. 20.

— *planilabium* Cossm. n. sp., p. 196; pl. IV, fig. 21.

Berenicea gracilis d'Orb., p. 10. — B. flabelliformis Rœmer.

Bidiastopora Campicheana d'Orb., p. 11.

— *neocomiensis* d'Orb., p. 10.

Biradiolites d'Orb., p. 473, 474.

Bournonia Fischer, p. 472.

Bradyella M.-Ch., p. 355.

— *duplex* M.-Ch., p. 353. — Orbitolites duplex Carp.

Brissoides Oppenheimi Lamb. et Savin n. sp., p. 881; pl. LIX, fig. 6-10.

Brœckina Mun-Chalm., p. 290, 352.

Calamophyllia Guebhardi Koby n. sp., p. 857; pl. LII, fig. 2-3.

— *Tornesi* Koby n. sp., p. 858; pl. LV, fig. 1 3.

Ceratocœnia tenuis Koby n. sp., p. 849; pl. LV, fig. 4.

Cerithiella corrugata Cossm. n. sp., p. 830; pl. XLVII, fig. 17-18.

— *Welschi* Cossm. n. sp., p. 170; pl III, fig. 13-14.

1. Les noms de genres et d'espèces en caractères romains sont ceux que les auteurs placent en synonymie.

Chartronia Cossm. n. g., p. 199.
— *digoniata* Cossm. n. sp., p. 200, fig. 8; pl. IV, fig. 24-26.
Chondrodonta Stanton, p 314, fig. 1; pl. XI.
— *Desori* Coquand, p. 316; pl. XI.
— *Joannæ* Choffat, p. 314, fig. 1. — O. aff. Munsoni Boehm; Pinna ostreiformis Futterer.
— *Munsoni* Hill, p. 314.
Cœlostylina Chartroni Cossm.. n.sp., p. 186, fig. 5; pl. IV, fig. 9, 15.
— *elatior* Cossm. n. sp., p. 188; pl. IV, fig. 5.
— *mammillata* Cossm. n. sp., p. 187; pl. III. fig 6.
— *mesallæformis* Cossm. n. sp., p 188; pl. IV, fig. 27-28.
— *paludinoides* Cossm. n. sp., p. 184; pl III, fig. 5, Pl. IV, fig. 6.
Convexastrea Kiliani Koby n. sp., p. 854; pl. LIV, fig. 1.
Corbula involuta Münst., p. 843; pl. XLVI, fig. 15-17; pl. XLVII, fig. 11. — Cyprina involuta d'Orb.
Cryptocœnia Thiessingi Koby n. sp., p. 853; pl. LI, fig. 7.
Ctenostreon pectiniforme Schl. sp., p. 743. — Lima proboscidea Sow.
Cuneolina M.-Ch., p. 350.
Cyclolina d'Orb., p. 290, 352.
— *Dufrenoyi* d'Arch., p. 290.
Cyclopsina Steinmanni M.-Ch., p. 352.
Cylindrobullina acuminata [Piette], p. 168, pl. IV, fig. 12. — Actæon acuminatus Piette; Tornatella acuminata Terq. et Piette.
— *arduennensis* [Piet.], p. 169; pl. III, fig. 2. — Actæonina arduennensis Piette; Orthostoma arduennense Terq. et Piette.
— *bulloides* Cossm. n. sp., p. 169; pl. III, fig. 1.
— *Oryza* [Terquem], p. 170; pl. III, fig. 7; pl. III, fig. 22-23. — Orthostoma oryza Terq.
Cylindrobullina peracuta n. sp., Coss., p. 167: pl. IV, fig. 11.
Dermoseris Guebhardi Koby n. sp., p. 861; pl. LVI, fig. 1-2.
Diatinostoma Guebhardi Cossm. n. sp., p. 834; pl. XLVI, fig. 4.
Dictyothyris Kurri Opp. sp., p. 781. — D. reticulata Schl. *non* Sow.
Dicyclina M.-Ch., p. 350.
Diplocœnia Guebhardi Koby n. sp., p. 852; pl. LI, fig. 8.
Discocœnia conoidea Koby n. sp.; p. 849; pl. LVI, fig. 3-6.
Discospirina Mun.-Ch. n. g., p. 293, 353.
— *tenuissima* M.-C., p. 353. — Orbitolites tenuissima Carp.
Endianaulax Cossm. n. subg., p 197, fig. 7.
— *planicallosum* Cossm. n. sp, p. 198, fig. 7; pl. IV, fig. 17.
Endiatæna Cossm., n. g., p. 172.
— *Terquemi* n. sp, p 172; pl III, fig. 22-23.
Eucyclus tectiformis Cossm. n. sp., p. 195; pl. IV, fig 16.
— *tricarinatus* [Martin], p. 194; pl. IV, fig. 13-14. — Purpurina tricarinata Martin.
Exelissa infraliasica Cossm. n. sp., p. 182; pl. III, fig 19
— *præalpina* Cossm. n. sp., p. 836; pl XLVI, fig. 3.
Fallotia H. Douv., n. g, p. 298; pl. IX, fig. 5; pl. X, fig. 1-2.
— *Jacquoti* H. Douv., p. 299; pl IX, fig 5; pl. X, fig. 1-2.
Floridina microstoma Hag., p. 13. — Eschara Cornelia d'Orb.
Gryphæa (*Pycnodonta*) *sublobata* Desh. sp., p. 259. — G. Phædra Chap. et Dew.
Guebhardia veneriformis Cossm. n. g., n. sp., p. 841; fig. 1; pl. XLVI, fig. 20-21; pl. XLVII, fig. 22.
Hecticoceras metomphalum Bonar., p. 766. — Ludwigia nodosa Qu. sp.

Helix (*Tachea*) *sylvana* v. Klein., p. 278 et suiv.
Heteropora arborea (K. et D). p. 11. —Multizonopora ramosa d'Orb.
— *tuberosa* Rœmer. p. 12. — Radiopora heteropora d'Orb.
Hippurites, p. 337.
Holcostephanus (*Astieria*) *Atherstboni* Sharpe, sp., p. 865 ; pl. LVII, fig 1. — H. multiplicatus Neum et non Uhlig, Rœm.
— (—) *Guebhardi* Kilian n. sp., p. 866 ; pl. LVII, fig. 2.
Hoplites (*Hoplitides*) *Inostranzewi* Karak., p. 866 ; pl. LVII, fig. 3.
— *Thurmanni* Pict. et Camp. sp., p. 867 ; pl. LVII, fig. 4.

Iberina M.-Ch., p. 350.
— *Lusitanica* Choffat, p. 350. — Dicyclina Lusitanica Choff.

Lapeirousia Bayle, p. 472.
Laterotubigera neocomiensis d'Orb., p. 11. — Entalophora neocomiensis d'Orb.
Lenticulites complanata Defr. p. 19.
Lithothamnium nummuliticum Gümb p. 159, fig. 1, 2, 3.
— *pliocænum* Gümbel, p. 161, fig. 5.
— *ramosissimum* Reuss p. 161, fig. 4.
Lophiodon p. 323, 343.
— *leptorhynchum* Filhol, p. 344.
Loxonema (*Zigopleura*) *subnodosum* [d'Orb.], p. 189; pl. IV, fig. 2, 4. — Melania nodosa Desh. ; Chemnitzia subnodosa d'Orb.
Lytoceras Orsinii Gemm., p. 826 ; pl. XLIX, fig. 1.

Macrodon (*Beushausenia*) sp. cf. *hirsonense*, p. 757. — Cucullæa elongata Sow.
Maretia Guebhardi Lamb. et Sav. n. sp., p. 882 ; pl. LIX, fig. 1-5.
Marginopora Quoy et Gaymard, p. 294, fig. 4, p. 350, 353.
— *vertebralis* Q. et G., p. 296, fig. 4. — Orbitolites complanata Carp.
Massilina marticensis M.-Ch., p. 352.
Meandropsina Mun.-Chalm., p. 301, fig. 7, p. 351.
— *Chartacea* des Moulins, p. 301 ; pl. X, fig. 2-5.
Melicertites meudonensis d'Orb., p. 14, fig. 2.
Membranipora Cypris d'Orb., p. 12.
— *elliptica* Hag., p. 12.
— *grandis* d'Orb., p. 13.
Mesenteripora meandrina Wood., p. 10. — M. neoconiensis d'Orb.
Microsolena contorta Koby n. sp., p. 862 ; pl. LIV, fig. 2.
Mouretia H. Douv. n. g., p. 480 ; pl. XV, fig. 9-12.
— *Arnaudi* H. Douv. n. sp., p. 480 ; pl. XV, fig. 9-12.

Nautilus franconicus Opp., p. 781. — N. aganiticus ?
Nerinea cf. *carinata* Piette, p. 834 ; pl. XLVI, fig. 5.
— *esparceyensis* Piette, p. 831 ; pl. XLVII, fig. 5-6.
Nerinella elegantula (d'Orb.), p. 832; pl. XLVI, fig. 10-14. — Nerinea elegantula d'Orb.
— *scalaris* d'Orb., p. 833 ; pl. XLVI, fig. 6-9. — Nerinea scalaris d'Orb.
— *Grossouvrei* Cossm., p. 171. pl. IV, fig. 1-7.
Nerita minuta Sow., p. 839; pl. XLVII, fig. 19-21. — Nerita Cooksoni Desl ; Neridomus minutus Hudl. et Wils.
Neritina cannabis Terquem, p. 193 ; pl. IV, fig. 18-19.
Neritopsis exigua Terquem, p. 193 ; pl. IV, fig. 29-30.
Nummulites, p. 15 et suiv., p. 207 et suiv.
— *atacica* Leym., p 26
— *aturica* J. et Leym., p. 18, 27
— *biarritzensis* d'Archiac, p. 19, 26. — N. contorta Desh.
— *complanata* Lam., p. 19.
— *contorta* Desh., p. 19.
— *crassa* Boubée, p. 27, 18.
— *elegans*, p. 26.
— *globulus* Leym., p. 26.
— *Guettardi* d'Archiac, p. 26

Nummulites irregularis, p. 17.
— *lævigatus* Brug., p. 19, 24, 209, 210; pl. V.
— *lævigatus* Brug *in* d'Archiac v. *aquitanica* Benoist, p. 19. 24, 210. — N. planulata Rouault; N. planulata v. incrassata La Harpe; N. lævigata Benoist; N. aquitanica Ben.
— *lævigatus* v. *tuberculata*, p. 209. 210. — N. tuberculatus Brug.; N. scaber Lamk.
— *Lamarcki* d'Arch. v. *girondica* Ben., p. 25, 210. — N. girondica.
— *lenticularis* Boubée, p. 27.
— *millecaput* Boubée, p. 27. p. 210 — N. complanatus.
— *obtusa* Joly et Leym., p. 27.
— *Orbignyi*, p. 26.
— *perforatus* de Montfort, p. 18, 27, 29. — N. aturicus.
— *Ramondi* Defr., p. 19-26.
— *spissa* Defr., 18.
— *variolaria*, p. 19-26.
— *wemmelensis*, p. 26.
Nymphæa, p. 555, fig. 1-5.

Onychocella Cypræa d'Orb., p. 13.
— *depressa* Hag. var., p. 13. — Rosseliana parisiensis d'Orb.
— *parisiensis* d'Orb., p. 13.
Orbiculina Lamk., p. 297, 299.
Orbitoides, p. 254 et suiv.
— *Gensacica* Leym sp., p. 256, fig. 1; pl. VI, fig. 4, 5; pl VII, fig. 8-14 — Nummulites papyracea Boubée; Orbitolites Gensacica Leym; Orbitolites secans Leym.
— *mamillata* Schlumb. n. sp., p. 259; pl. VIII, fig. 17-20.
— *socialis* Leym. sp., p. 258, fig. 2; pl. VI, fig. 6-7; pl. VIII, fig. 15-16. — Orbitolites socialis Leym.
— *Tissoti* Schlumb. n. sp., p. 259. fig. 3; pl. VIII, fig. 21-25.
Orbitolites Lk., p. 289 et suiv., fig. 5, p. 351.
Orbitolites complanata Lk., p. 296. fig. 6.
Orbitopsella præcursor Gümbel, p. 351.
Ostrea explanata Goldf., p. 743.. — O. eduliformis Schl.
Ovactæonina Chartroni Cossm., p. 167; pl. III, fig. 8.

Paracerithium Cossm. p. 173, fig. 2.
— *acanthocolpum* Coss. n. sp., p. 175; pl. III, fig. 20-21.
— *Chartroni* Cossm. n. sp., p. 176; pl. III, fig. 27.
— *loxocolpum* Cossm. n. sp., p. 177; pl. III, fig. 24.
— *marinalpinum* Coss. n. sp., p. 835; pl. XLVII, fig. 15-16.
— *Moorei* Cossm. n. sp., p. 175; pl. III. fig. 32-33.

Patella Schmidti Dunker, p. 201, pl. III, fig. 34-35. — Helcion Schmidti d'Orb.
Peltoceras cf. *bicristatum* Rasp. sp., p. 768. — P. bimammatum Qu. sp.
— cf. *torosum* Opp. sp., p. 766. — P. caprinum Qu. sp.
Perisphinctes chloroolithicus Gümb., p. 780. — P. plicatilis Favre.
— *Choffati* Kilian n. sp, p. 790. — P. aff. danubiensis Schloss *in* Choffat, *non* Per. danubiensis Schl.
— *convolutus* Quenst. sp., p. 780. — P. dilatatus.
— *evolutus* Kil., p 789. — Am. lictor evolutus Qu.
— (*Stephanoceras*) *Frischlini* Opp. sp., p. 791: pl. XLIX, fig. 2. — P. trifurcatus Quenst.
— *inconditus* Font., p. 826; pl. XLVIII, fig. 2
— *polyplocoides* Font., p. 789. — P. polyplocus Font. *non* Reinecke.
— *polyplocus* Quenst., p. 789. — Am. Lothari de Loriol.

Perisphinctes pseudocrotalinus Kil. n. sp., p. 780. — Perisphinctes crotalinus de Riaz (*non* Siemiradzky).
— *Ribeiroi* Choffat, p. 826; pl. XLVIII, fig. 2.
— *subbackeriæ* d'Orb. sp., p. 766. — Am. triplicatus Qu.; Am. funatus Oppel; Am. Backeriæ d'Orb. (*non* Sow.).
— *variocostatus* Buckl. sp., p. 780 — Am. Martelli Opp. sp.
Phasianella cf. *variata* Lycett, p. 840; pl. XLVIII, fig. 10. — Bourguetia variata Hudl. et Wils.
Pholadomya acuminata Ziet., p. 767. — Ph. clathrata Qu.
— *Murchisoni* Sow. (*in* Moesch.), p. 257. — Ph. Heraulti Ag.
Phylloceras (*Sowerbyceras*) *Loryi* Mun-Chalm., p. 788. — Ph. Silenus Font.
Plesiophyllia calloviensis Koby, n. sp., p. 854; pl. LI, fig. 5.
Porina Ehrenbergi Hag., p. 13. — P. angustata d'Orb.
— *Kleini* Hag., p. 13, fig. 1. — Systenostoma asperulum, Marss.
Præradolites H. Douv. n. g., p. 467,
— *Davidsoni* Hill., p. 468; pl. XV, fig. 6-7.
— *Fleuriani* d'Orb., p. 468; pl. XV, fig. 1-5.
— *triangularis* d'Orb., p. 468; pl. XV, fig. 8.
Præsorites H. Douv. n. g., p. 291.
— *Mouretl* H. D. n. sp., p. 291, fig. 1; pl. IX, fig. 1-4.
— (*Orbitolites*) *tenuissima* Carpenter, p. 292, fig. 2. — O. italica Costa.
Procerithium Cossm. n. g., p. 177, fig. 3.
— *plocophorum* Cossm. n. sp., p. 180.
— *potamidulum* Cossm. n. sp., p. 181; pl. III, fig. 18, 30.
— *quinquegranosum* Cossm. n. sp., p. 179; pl. III, fig. 31.
Procerithium — var. *Piettei*, p. 179; pl. III, fig. 26. — Cerithium regulare Terq. et Piette.
— *vendœense* Cossm. n. sp., p. 181, fig. 4; pl. III, fig. 15-16.
Promathildia semele [d'Orb.], p. 183; pl III, fig. 10. — Cerithium semele d'Orb; C. semele Martin.
— *terebralis* Cossm. n. sp., p. 184; pl. III, fig. 28-29.
Pseudomelania Chartroni Cossm. n. sp., p. 191; pl. IV, fig. 8, 10.
— *miliacea* Cossm. n. sp., p. 192; pl. III, fig. 17.
Pycnodus Munieri Priem, n. sp., p. 45, fig. 1.
— *Savini* Priem, n. sp., p. 46, fig. 2.
Pycnodus sp., p. 48.

Radiofascigera ramosa d'Orb., p. 11. — R. neocomensis d'Orb.
Radiolites Lamk., p. 461, 470; pl. XV, fig. 18.
Rhagasostoma Lamarcki Hag., p. 13. — Eschara Clito d'Orb.

Sauvagesia Bayle, p. 474.
Seleniceras Mun.-Chalm., p. 766 — Hecticoceras *et* Lunuloceras.
Simoceras Cafisii Gemm., p. 792; pl. L, fig. 3. — Am. planulaplanus Quenst.
— cf. *Malletianum* Font. sp., p. 827; pl. L, fig. 2.
— *Sautieri* Font. sp., p. 827; pl. L, fig. 2.
Sorites Ehrenberg., p. 293, fig. 3.
— *Hemprichi* Ehr., p. 293. — S. duplex Carp.
— *marginalis* Lamk., p. 293.
Sphærulites Delamétherie, p. 471.
Spiropora verticillata Goldf., p. 11. — Sp. neocomiensis d'Orb.
Stephanocœnia oolitica Koby n. sp., p. 860; pl LIV, fig. 3-4.
Stomatopora granulata Edw., p. 10. —S. incrassata d'Orb.

Striactæonina avena [Terq.], p. 167; pl. III, fig. 3, 4. — Orthostoma avena Terq.; Actæonina avena Hudl. et Wils.

— *turgida* [Terq.], p. 166; pl. III, fig. 9. — Orthostoma turgida; Triticum frumentum Terq.; O. frumentum Moore, Actæonina frumentum, Hudl. et Wils.

Stylosmilia flexuosa Koby n. sp., p. 850; pl. LIII, fig. 2-3.

— *Fromentali* Koby, n. sp., p 851; pl. LIII, fig. 1.

Stilina parcicosta Koby n. sp., p. 852; pl. LI, fig. 6.

Sulcoactæon elatior Cossm., n. sp., p. 830; pl. XLVII, fig. 1-3.

Sutneria platynota Reinecke, p. 792. — Am. Reineckianus.

Taramellina M.-Ch., p. 353.

Terebratula Zieteni de Lor., p. 806. — T. bissuffarcinata Schloth. *in* Douvillé.

Thecosmilia Guebhardi Koby n. sp., p. 856: pl. LI, fig. 1-4.

— *Kiliani* Koby, n. sp., p. 855; pl. LII, fig. 1.

Thomasia sp., p. 891, fig. 1.

Turritella difficilis d'Orb., p. 870; pl. LVIII, fig. 8.

Zosterites p. 112 et suiv.

— *Loryi* Fliche n. sp., p. 112 et suiv., fig.; pl. II.

LISTE DES FIGURES ET DES CARTES

INTERCALÉES DANS LE TEXTE

Pages

F. Canu. — 1. *Porina asperula* Marss. — × 25 14
2. *Melicertites meudonensis* d'Orb. — × 25 14

F. Priem. — 1. *Pycnodus Munieri* n. sp. dentition vomérienne, gr. nat. 45
2 *Pycnodus Savini* n. sp. dentition vomérienne, gr. nat. 47

Ch. Barrois. — 1. Coupe à l'est de Trégarvan 56
2. Coupe de l'anse de Tréboulle. 57
3. Coupe de Dinan, d'après M. Kerforne 62
4. Coupe de Dinan. 62
5. Lame mince d'une corne vert-violacé, montrant des débris de schiste recimentés par de la chlorite secondaire 64
6. Coupe de Porzic, d'après M. Kerforne 66
7. Coupe de Porzic 66
8. Carte de la presqu'île de Crozon au 1/160 000 70
9. — — — — , d'après M. F. Kerforne 71
10. Schéma de la région occidentale de la presqu'île de Crozon 72

Babinet. — 1. Carte du bassin alimentaire de la Dhuis, entre Pargny et Montmirail. — 1/100 000 75
2 Coupe verticale N.S. du plateau entre la Dhuis et le rû du Verdon, de Montmarçon aux Rieux. . . 78

Léon Bertrand. — 1. Coupe de la falaise de Sacchino. 84
2. Coupe perpendiculaire à la falaise prise à un petit promontoire situé un peu au N. des cuisines du baron de l'Espée 86
3. Coupe perpendiculaire à la falaise passant au pied du bâtiment des cuisines du baron de l'Espée, du côté N. 87
4. Coupe prise à la petite carrière de calcaire danien située au S.O. du lac de Mouriscot 91
5 Coupe d'un sondage récent au bord S. du lac de Mouriscot. 92
6. Coupe d'une tranchée du chemin de fer de Bayonne à St-Jean-Pied-de-Port, au-dessous du château de Larralde 95

G. Delépine. — 1. Versant sud du col des Raids de Robache. 98
2. Coupe du col des Raids de Robache, sur la route de St-Dié à St-Jean-d'Ormont 99
3. Coupe prise dans une carrière ouverte pour l'exploitation des argilolithes à Robache. 100

Pages

P. Fliche. — Nervures de *Zosterites Loryi*, légèrement grossies. 123
A. Boistel. — 1. Carte du Tertiaire et du Pleistocène des environs d'Ambérieu (Ain). — 1/80 000 129
2. Coupe près d'Ars. 149
J. Savornin. — 1. *Lithothamnium nummuliticum* Gümbel, 140/1 . . . 159
2. — — — 280/1. . . . 159
3 — — — 6/1. . . . 160
4. — *ramosissimum* (Reuss), 280/1 . . . 161
5. — *pliocænum* Gümbel, 280/1 161
G. Chartron. — 1. Coupe de l'Infralias dans la commune du Simon-la-Vineuse. 264
M. Cossmann. — 2. Ouverture de *Paracerithium* très grossie 174
3. — *Procerithium* — 178
4. Base de *Procerithium vendæense* n. sp. 181
5 *Cœlostylina Chartroni* Cossm. Base et ouverture très grossies 187
6. *Ataphrus Piettei* Mart. Base grossie 197
7. *Endianaulax planicallosum* Cossm. Base grossie. . 198
8. *Chartronia digoniata* Cossm. Base grossie 199
E. Jourdy. — 1 Coupes à travers les Djebel Morghad, Aïssa et Mekter à Aïn Sefra. 215
2. Vue perspective de la région de Duveyrier. 218
3. Coupe en long du Djebel Kardacha. 219
4. Coupe en long du Djerman Tahtani 219
5. Environs de Es Zoubia (Duveyrier). — 1/300 000 . . 221
6. Coupe à Ksar el Azong. 223
7. Coupe à El Kantara. 224
Ch. Schlumberger. — 1. *Orbitoides Gensacica*, loge embryonnaire, forme A, grossie 30 fois. 257
2. *Orbitoides socialis* Leym., loge embryonnaire, forme A, grossie 45 fois. 258
3. *Orbitoides Tissoti* Schlumb., loge embryonnaire, forme A, grossie 45 fois. 260
L. Rollier. — Coupe de la vallée de Dischingen par le Michelsberg 282
Henri Douvillé. — 1. *Præsorites Moureti* Douv. Section voisine du plan équatorial, grossie 24 fois 291
2. Exemple d'une maille du type *Præsorites* (*Orbitolites tenuissima* Carp.) 292
3. Schéma des mailles de *Sorites* 293
4. Section axiale d'un *Marginopora* 295
5. Schéma des mailles d'*Orbitolites*. 296
6. *Orbitolites complanata*, section équatoriale d'après Carpenter. 296
7. *Meandropsina*. Schéma d'une section axiale 302
Id. — *Chondrodonta Joannæ*. 6 sections parallèles dans la région du crochet. 316
Bourgeat. — Trois coupes à travers le massif de la Serre 361
E. Fournier. — 1. Carte schématique de la perte du Ruisseau de Glassac. — 1/100 000 381
2. Coupe de la perte du ruisseau de Glassac 382

Pages

G. Delépine. — 1. Schéma général de l'allure des couches du Carbonifère dans le Tournaisis 435
2. Coupe de la carrière Delwarte (Allain). 438
E.-D. Levat. — 1. Coupe par Kharzet-i-shah. 448
2. Coupe par le défilé de Tabi-Dara 449
3. Coupes à Tchil-Dara 449-450
4. Coupe au col de Karathégine. 453
5. Coupe par Margellan. 453
6. Coupe à l'est de Kokand 454

Réunion extraordinaire dans les Alpes-Maritimes

Ad. Guébhard. — 1. Voûte bajocienne sous la poudrière de Roquevignon 530
2. Pendages opposés du Bathonien au pont inférieur du vallon de Clarette 531
3. Accident du Gros Vallon, vu de la route nationale. 533
4. Coupe par Ste-Marguerite de Cabris. 535
5. Lambeau de brèche du ravin St-Jean à Cabris . . . 536
6. Chute de voûte bajocienne au-dessus d'un lambeau pontien à l'O. de Cabris. 537
7. Voûte bajocienne de la fig. 6, vue de l'O.. 538
8. Anticlinal de Collebasse, vu de l'E. 539
9. Dolomites de la vieille route de Cabris à St-Cézaire. 539
10. Reste de voûte effondrée 539
11. Les alignements dolomitiques des luchous. . . 540
12. Rigole bathonienne et champ de galets pontiens du Bois d'Amon 541
13, 14, 15. Dolomites des luchous 541
16. Coupe par l'extrémité sud du camp de Mauvans . . 544
17. Accident de l'Hubac du Prignon 544
18. Plan de Mauvans. — 1/5 000 545
19. L'accident de l'Hubac de Prignon, vu de Mauvans. 546
20. Plissements visibles à l'est du camp de Mauvans . 547
21. Déversement au sud de la tête de l'anticlinal de La Colle. 547
22. Autre section de l'anticlinal de la fig. 21, vue du Cavalet. 548
23. Section du même anticlinal sous le Cavalet, vue de la croix de Siagne. 548
24. La dolomite de Roquebaron 549
25. Le Puas et Castela, vus de Ste-Brigette 552
26. Graines extraites de l'argile ligniteuse de St-Vallier. 555
27. Montagne de Paracou et montée de Ferrier, vues de Valens 557
28, 29. Plan géologique et coupes de St-Vallier de Thiey. — 1/10 000 558-559
30. Le faisceau de plis de Castela 560
31. Coupe par le pont supérieur de la Combe 562
32. Contournement en ∽ des bancs oxfordiens 563
33. Plissements oxfordiens de la route de Thorenc. . . 564
34. Schéma des stades de soulèvement de Paracou. . . 565

Pages

Ad. Guébhard. — 35. Restes de la voûte effondrée de Nans. 568
36. Coupe du Thiey à St-Vallier par le méridien de Ste-Luce 569
37. Sources de la Siagne, vues du coude de l'ancienne route de Castellane 570
38. Vue panoramique du Thiey à Ferrier, prise du Mortier 571
39. Coupe par la bergerie du Thiey 571
40. Coupe du Collet de Ferrier 572
41. Le crochet jurassique du Collet de La Malle 573
42. Plan et coupes des environs du Bon-Pré à Caussols. — 1/15 000. 575
43. Embut de Caussols 576
44. Chute anticlinale verticale de la barre oxfordienne, en arrière des accidents frontaux de Caussols . . 577
45, 46, 47. Trois hypothèses sur les accidents frontaux de Caussols. 577
48. Accidents de la voûte de Calern, au nord de Bon-Pré 578
49. Restes de la voûte de Calern, au-dessous du chemin de Cipières 578
50. Schéma de l'accident de Claps, au sud de Bon-Pré . 579
51. Arrivée du synclinal de Barlet par derrière Canaux 580
52. Déchiquetures anticlinales du Portlandien à l'entrée orientale du plan de Peiron. 586
53. Accident de Val-de-Roure 587
54. Ravins de la Collette de Clars, vus du km. 13. . . . 590
55. Plan-guide de la Collette de Clars. — 1/5 000 591
56. Réseau synclinal et relief orographique des dômes anticlinaux d'Escragnolles. — 1/80 000 592
57. Bliauge, vu d'Escragnolles 593
58. Contournement des bancs portlandiens au Pont du Beiral. 594
59. Dôme de Conrouan, vu de Grangasse. 596
60. Le sommet du Thiey, vu du sommet de la Colle d'Escragnolles 597
61. Décrochement du ravin St-Martin-de-Bail 598
62. Vue des sources de la Siagne. 599
63. Coupe par le méridien de Ste-Luce 600
64. Les crochets de Ferrier et de La Malle, en arrière de la voûte du Dos-de-l'Ane, vus du Pas-de-la-Faye 602
65. Restes de la voûte effondrée de Nans 603
66. Les crochets de Ferrier et de La Malle, vus de la crête à l'O. du Pas-de-la-Faye. 604
67. Crête du Puet à La Colle, vue de Rouyère . . . 606
68. Bancs oxfordiens courbés en caniveau au bord de la route 85 607
69. Coupe du Thiey à St-Vallier par le méridien de Ste-Luce. 609
70. Angle anticlinal de Castela, vu de l'est. 610
71. Angle anticlinal de Castela, vu de l'ouest 610

Pages

Ad. Guébhard. — 72. Schéma de l'écornure d'angle anticlinal de Castela 611
73. Mouvement des couches au Pont de l'Octroi, sur la route de Grasse. 616
74. Accident du Gros Vallon, vu de la route nationale, km. 40,2. 617
75. Coupe à l'est du Pré-du-Lac. 619
76. Courmettes, vue du Pré-du-Lac. 623
77. Gourdon, vu de l'ouest 625
78. Plissements sous Gourdon, vus de la Terrasse à l'ouest 626
79. Les mêmes plissements vus de l'est, en dessous de Gourdon. 627
80 Retombée de l'anticlinal de Cavillore, vue de l'ouest. 628
81. Charnière synclinale au haut de la montée de Cavillore 629
82. Plissements calloviens au haut du ravin du Revest. 630
83. Le Pli du Revest vu du gisement bathonien de la route de Courmes. 631
84. Voûte infraliasique au sud du pont de Bramafan. 632
85. Charnière nord-sud du pli couché de Courmettes, vue du N. de la Croix du Colombier 633
86. Le Saut du Loup 634

Léon Bertrand. — 1. Coupe du Mont-Agel à la pointe de la Vieille. . 665
2. Coupe du Mont-Agel à la croupe située au N. de Roquebrune 666

Id. 1. Coupe de la rive gauche de la Raudoule, en aval du pont de St-Léger 677
2. Plis de la bordure du dôme de la Cime de Barrot . 677

Id. 1. Coupe de l'anticlinal du Gourdan. 678
2. — — — 679
3 Naissance de l'anticlinal du Roccaforte au S. de celui de Gourdan 680
4. Début du chevauchement vers le sud, de l'anticlinal de Roccaforte 680
5. Chevauchement du Trias sur le Nummulitique à Rorebel 681

Id. 1. Relations du gypse et du Cénomanien au Pont-de-Sausses 684
2. Pli de la tête de Pibossan, vu de la route de Dalnis à Guillaumes 685

Id. 1. Plis de la bordure du dôme de la Cime de Barrot . 686
2 Coupe du Trias sur la rive gauche du Cians 688
3. Chevauchement des plis de la bordure du massif du Mercantour sur ceux du dôme permien retroussés au contact 689

Id. 1. Plis de la rive droite de la Tinée en amont de St-Sauveur 691
2. Discordance angulaire du Trias sur les schistes à l'entrée du vallon de Roja 692
3. Coupe de détail de la base du Trias dans le vallon de Roja. 692

Pages

Léon BERTRAND. — 4. Vue perspective des plis de la bordure du massif du Mercantour dans le versant gauche du vallon de Roja 693
ID. 1. Coupes de la Vésubie, en aval de St-Martin 697
2-5 Formation progressive de l'éperon triasique, à chevauchement bilatéral, de la Vésubie moyenne en amont de Lantosque 699
6-11. Coupes de l'éperon triasique au sud de Lantosque. 700
ID 1 3. Coupe de la région comprise entre l'Estéron et le Var au voisinage de leur confluent 706
Ch. PELLEGRIN. — 1. Profil géologique du Mont-Agel 713
CAZIOT. — 1-3. Coupes du plateau de La Gaude à St-Jeannet. . . 718
4-6. Coupes entre Eze et La Turbie 729
W. KILIAN et A. GUÉBHARD. — 1. Profil-paysage montrant le passage latéral des calcaires lithographiques à *Exogyra virgula* de Ferrier, aux calcaires ruiniformes zoogènes 801
M. COSSMANN. — 1. *Guebhardia veneriformis* Cossm. 842
Ch. DEPÉRET et GUÉBHARD. — 1. *Thomasia* sp., des cinérites de St-Julien-de-Biot. 891
2. Coupe transversale schématique dans le haut du ravin St-Julien-de-Biot 893
3. Coupe schématique de Biot au Mardaric. 894
JEANCARD. — 1. Cartes des affleurements charbonneux des Alpes-Maritimes. — 1/600 000 933
2-4. Coupes au Touronnet (Tourrettes). 934
5. Détail de la couche 8*b* de la figure 4 934
6. Carte de l'affleurement de Vescagne 935
7-10. Coupes perpendiculaires à l'axe de l'anticlinal de Vescagne 936

LISTE DES PLANCHES

Pl. I. — Léon Bertrand. — Carte géologique de la région comprise entre Biarritz et Bidart (Basses-Pyrénées). — 1/20 000.

Pl. II. — P. Fliche. — Zosterites crétacés du Dévoluy. — Fig. 1. Échantillon portant de nombreuses empreintes de *Zosterites Loryi* n. sp. et une d'une autre espèce. — En *a*, feuille à nervation très nette; en *b*, feuille à nervation indistincte; en *c*, fragment de feuille de *Zosterites* sp.? — Fig. 2. Fragment de feuille à nervation très nette. — Fig. 3. Fragment de feuille couverte de Bryozoaires. — Fig. 4. Empreintes de racines. — (Toutes ces figures sont de grandeur naturelle).

Pl. III. — M. Cossmann. — Gastéropodes de l'Infralias de la Vendée. — Fig. 1. *Cylindrobullina bulloides* Cossm. Gr. 5 fois. — Fig. 2. *Cylindrobullina arduennensis* Piette. Gr. 8 fois. — Fig. 3-4. *Striactæonina avena* Terquem. Gr. 8 fois. — Fig. 5. *Cœlostylina paludinoides* Cossm Grand. natur. — Fig. 6. *Cœlostylina mammillata* Cossm. Gr. 8 fois. — Fig. 7. *Cylindrobullina oryza* Terquem. Gr. 8 fois. — Fig. 8. *Ovactæonina Chartroni* Cossm. Gr. 3 fois. — Fig. 9. *Striactæonina turgida* Terquem. Gr. 8 fois. — Fig. 10. *Promathildia Semele* d'Orb. Gr. 8 fois. — Fig. 11-12. *Procerithium plocophorum* Cossm. Grand. natur. — Fig. 13-14. *Cerithiella Welschi* Cossm. Gr. 2 fois. — Fig. 15-16. *Procerithium vendæense* Cossm. Gr. 2 fois. — Fig. 17. *Pseudomelania miliacea* Cossm. Gr. 8 fois — Fig. 18. *Procerithium potamidulum* Cossm. Gr. 2 fois. — Fig. 19. *Exelissa infraliasica* Cossm. Gr. 2 fois. — Fig. 20-21. *Procerithium acanthocolpum* Cossm. Gr. 3 fois. — Fig. 22-23. *Endiatænia Terquemi* Cossm. Gr. 3 fois. — Fig. 24. *Paracerithium loxocolpum* Cossm. Gr. 3 fois. — Fig. 25. *Procerithium quinquegranosum* Cossm. Gr. 1 fois 1/2. — Fig. 26. *Procerithium quinquegranosum* var. *Piettei* Cossm. Gr. 1 fois 1/2. — Fig. 27. *Paracerithium Chartroni* Cossm. Gr. 8 fois. — Fig. 28-29. *Promathildia terebralis* Cossm. Gr. 1 fois 1/2 et 3 fois. — Fig. 30. *Procerithium potamidulum* Cossm. Gr. 2 fois. — Fig. 31. *Procerithium quinquegranosum* Cossm. Gr. 3 fois. — Fig. 32-33. *Paracerithium Moorei* Cossm. Gr. 3 fois. — Fig. 34-35. *Patella Schmidti* Dunke. Gr. 3 fois.

Pl. IV. — Id. Id. — Fig. 1 et 7. *Nerinella Grossouvrei* Cossm. Grand. natur. — Fig. 2 et 4. *Loxonema* (*Zygopleura*) *subnodosum* d'Orb. Gr. nat. — Fig. 3. *Ampullospira infraliasica* Cossm. Gr. nat. — Fig. 5. *Cœlostylina elatior* Cossm. Gr. nat. — Fig. 6. *Cœlostylina paludinoides* Cossm. Gr. nat. — Fig. 8 et 10. *Pseudomelania Chartroni* Cossm. Gr. nat. — Fig. 9. *Cœlostylina Chartroni* Cossm. Gr. 2 fois. — Fig. 11. *Cylindrobullina peracuta* Cossm. Gr. nat. — Fig. 12. *Cylindrobullina acuminata* Piette. Gr. 2 fois.

— Fig. 13-14. *Eucyclus tricarinatus* Martin. Gr. 2 fois. — Fig. 15. *Cœlostylina Chartroni* Cossm. Gr. 1 fois 1/2. - Fig. 16. *Eucyclus tectiformis* Cossm. Gr. 2 fois. — Fig. 17. *Endianaulax planicallosum* Cossm. Gr. 2 fois. — Fig. 18-19. *Neritina cannabis* Terquem. Gr. 2 fois. — Fig. 20. *Ataphrus Piettei* Martin. Gr. 1 fois 1/2. — Fig. 21. *Ataphrus planilabium* Cossm. Gr. 3 fois. — Fig. 22-23. *Cylindrobullina oryza* Terquem. Gr. 8 fois. — Fig. 24-26. *Chartronia digoniata* Cossm. Gr. 3 fois. — Fig. 27-28. *Cœlostylina mesaliæformis* Cossm. Gr. 4 fois. — Fig. 29-30. *Neritopsis exigua* Terquem. Gr. 4 fois.

Pl. V. — Henri Douvillé. — Nummulites. — Fig. 1. *Nummulites lævigatus*, de Saint-Barthélemy (Landes) ; échantillon usé parallèlement au plan équatorial et poli. Il montre les filets, leurs fines ramifications et les épaississements des uns et des autres produisant les granules. Grossissement 5 fois 1/2. — Fig. 2. *Nummulites lævigatus*, de Gomerfontaine (Oise) ; photographie directe de la surface extérieure de l'échantillon, montrant, comme dans l'échantillon précédent, les filets, leurs ramifications et les épaississements correspondant aux granules. Même grossissement.

Pl. VI. — Ch. Schlumberger. — Orbitoides. — Fig. 4. *Orbitoides Gensacica* Leym. sp. Vue extérieure grossie 6 fois. — Fig. 5. *Orbitoides Gensacica* Leym. var. *secans*. Vue extérieure grossie 6 fois. — Fig. 6. *Orbitoides socialis* Leym. sp. Vue extérieure grossie 6 fois. — Fig. 7. *Orbitoides socialis* Leym. sp. Section horizontale grossie 10 fois. Forme A.

Pl. VII. — Id. Id. — Fig. 8. *Orbitoides Gensacica* Leym. sp. Section horizontale grossie 10 fois. — Fig. 9. *Orbitoides Gensacica* var. *secans*. Section horizontale grossie 10 fois. — Fig. 10. *Orbitoides Gensacica* Leym. sp. Jeune individu de Gensac. Section transversale grossie 10 fois. — Fig. 11. *Orbitoides Gensacica* Leym. sp. Jeune individu du cap Passaro (Sicile). Section transversale grossie 10 fois. — Fig. 12 *Orbitoides Gensacica* Leym. sp. Section transversale grossie 10 fois. — *Orbitoides Gensacica* Leym. var. *secans*. Sections transversales grossies 10 fois.

Pl. VIII. — Id. Id. — Fig. 15-16. *Orbitoides socialis* Leym. sp. Sections transversales grossies 10 fois. — Fig. 17. *Orbitoides mamillata* Schlumb. Vue extérieure grossie 6 fois. — Fig. 18. *Orbitoides mamillata* Schlumb. Section transversale grossie 10 fois. — Fig. 19-20. *Orbitoides mamillata* Schlumb Sections horizontales par la loge initiale, grossie 16 fois. — Fig. 21. *Orbitoides Tissoti* Schlumb. Vue de la roche avec de nombreux individus de différents âges. Grossie 6,5 fois. — Fig. 22-23. *Orbitoides Tissoti* Schlumb. Sections transversales grossies 13 fois. — Fig. 24. *Orbitoides Tissoti* Schlumb. Section transversale d'un grand individu, d'un individu embryonnaire et section horizontale d'un autre individu. Grossies 13 fois. — Fig. 25. *Orbitoides Tissoti* Schlumb. Section horizontale grossie 13 fois. — (Tous les individus des planches VII et VIII sont de la forme A. Mégasphérique).

Pl. IX. — Henri Douvillé. — Orbitolites. — Fig. 1. *Præsorites Moureti*, du Campanien inférieur P[1] de Saint-André. Echantillon recueilli par

M. Arnaud et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines. Grossissement 7 fois en diamètre. — Fig. 2. *Idem*, de la même localité et du même niveau ; on distingue bien la partie centrale de l'échantillon constitué par un fragment qui dépasse à peine le quart d'un individu complet ; après cette fracture l'animal n'en a pas moins continué à se développer et à former de nouvelles loges qui, partant de la surface externe conservée, sont venues envelopper à droite et à gauche les parties brisées jusqu'au sommet même de l'angle du fragment. Bientôt ces loges se sont soudées à leur point de contact et la forme cyclostègue normale a été rétablie. Cet échantillon recueilli par M. Arnaud a été donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines. Grossi 6 fois. — Fig. 3. *Idem*, fragment d'un échantillon recueilli par M. Mouret dans les environs de Sarlat et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines. C'est une préparation naturelle montrant la constitution des cloisons transversales. L'échantillon a été cassé et s'est réparé lui-même comme le précédent. Grossi 6 fois. Cet échantillon est le type du genre et de l'espèce (*Præsorites Moureti*). — Fig. 4. *Idem*, des environs de Sarlat, avec le précédent. Grossi 12 fois. C'est la reproduction photographique directe d'un fragment montrant les deux rangées d'ouvertures de la tranche externe. — Fig. 4*a*. Même figure dessinée avec un grossissement de 30 fois en diamètre. — Fig. 5. *Fallotia Jacquoti*, de Landiras ; section mince parallèle à l'axe et grossie 6 fois environ. L'échantillon a été recueilli par M. Fallot, professeur de géologie à l'Université de Bordeaux, et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines.

Pl. X. — Id. Id. — Fig. 1. *Fallotia Jacquoti*, type du genre et de l'espèce. Echantillon recueilli par M. l'Inspecteur général des Mines Jacquot à Roquefort (Landes) dans la carrière Badeho et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines. Grossi 7 fois et demie. — Fig. 2. *Idem*, fragment recueilli à Landiras par M. le professeur Fallot et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines ; il montre la déformation méandriforme du bord de la lame spirale constitutive. Grossissement 2,75. — Fig. 3. *Meandropsina chartacea*, de Maurans (Campanien R^2), recueilli par M. Arnaud et donné par lui à la collection de l'Ecole des Mines. Grossissement 2,5. La photographie a été retournée de 180°, de telle sorte que les parties en creux paraissent en saillie et inversement. Les filets sont très nettement méandriformes dans la partie superficielle, tandis qu'ils sont beaucoup plus réguliers et assez nettement spiralés dans la partie décortiquée. — Fig. 4. *Idem*, autre échantillon de la même origine. Même grossissement. — Fig. 5. *Idem*, du Buisson ; échantillon recueilli par M. Arnaud et donné à la collection de l'Ecole des Mines ; on pourrait le considérer comme un plésiotype de l'espèce. Il est légèrement décortiqué, ce qui met bien en évidence l'enroulement spiral de la lame superficielle.

Pl. XI. — Id. — Chondrodonta Desori. — Fig. 1. *Chondrodonta Desori* du Cénomanien d'Angoulême, grossi 3 fois. Valve gauche dégagée de sa gangue et montrant en haut et au milieu une aréa

triangulaire étroite sur laquelle on distingue nettement l'impression du muscle antérieur divisée en deux parties inégales comme dans les *Pinna*. Sur le prolongement de cette aréa, un cuilleron en forme de languette. A gauche, une rainure ligamentaire dans laquelle est encore engagée l'apophyse ligamentaire de l'autre valve (valve droite). Cette apophyse se prolonge en un cuilleron que l'on voit passer sous celui de la valve gauche. — Fig. 2. *Idem*, moule interne, en vraie grandeur, de la même localité, montrant distinctement l'impression du muscle postérieur. — Fig. 3. *Idem*, même échantillon vu de l'autre côté et montrant non seulement l'impression de l'adducteur postérieur, mais encore l'impression palléale ; ces deux impressions sont sépapar un intervalle notable.— Ces trois échantillons communiqués par M. Arnaud ont été donnés par lui à la collection de l'École des Mines.

Pl. XII. — Pierre Termier. — Coupes a travers les Alpes franco-italiennes. — 1/320 000.

Pl. XIII. — Id. — Id.

Pl. XIV. — D. Levat. — Levés géologiques dans la Boukharie et le Turkestan. — 1/3 000 000 environ.

Pl. XV. — Henri Douvillé. — Præradiolites et Mouretia. — Fig 1, 2, 3, 4 et 5. *Præradiolites Fleuriaui* d'Orbigny, du Cénomanien du Mans ; les échantillons 1 et 2 montrent près de la pointe la surface de fixation rappelant celle des Exogyres. S, E, zones correspondant aux ouvertures anale et respiratoires du manteau ; V, pli correspondant à l'ouverture pédieuse ; L, repli ligamentaire. Tous ces échantillons sont grossis deux fois environ. — Fig 6, 7. *Præradiolites Davidsoni* Hill, de l'Albien, du Texas, montrant le pli V et les deux bourrelets aplatis E et S, correspondant aux trois ouvertures du manteau (Echantillons donnés par M. Hill) ; en vraie grandeur. — Fig. 8. *Præradiolites triangularis* d'Orb., du Cénomanien d'Angoulême, montrant également le pli V, le bourrelet aplati et très peu saillant E et le bourrelet S beaucoup plus saillant et terminé par un méplat très marqué ; en vraie grandeur. — Fig. 9, 10, 11 et 12. *Mouretia Arnaudi*, nov. sp., du Santonien de Sarlat ; 9*a*, 9*b*, 9*c*, une valve supérieure en vraie grandeur ; 9*d*, 9*e*, la même, grossie un peu plus de deux fois ; 10, 11 et 12, valves inférieures, en vraie grandeur. Echantillons donnés par MM. Mouret et Arnaud. — Tous ces échantillons font partie de la collection de paléontologie de l'Ecole des Mines.

Pl. XVI. — Léon Carez. — Coupes dans les environs de Boussens et St-Martory. — 1/25 000.

Pl. XVII. — Id. — Id. et Carte schématique des environs de Boussens et St-Martory. — 1/200 000.

Pl XVIII. — Ad. Guébhard. — Réun. extr. dans les Alpes-Maritimes. — Prolongation du synclinal de Fontfraye, vue de la Peiro Pounchudo.

Pl. XIX. — Id. — Dolomites des Luchons de Cabris.

Pl. XX. — Id. — Id. Id.

Pl. XXI. — Id. — A, Castela et la montée de Ferrier vus de Valens ; B, le synclinal crucial de St-Vallier, vu de Ste-Brigite.

Pl. XXII. — Id. — Ferrier et le dos de l'Ane, vus du Pas de la Faye.

Pl. XXIII. — Id. — Ferrier et le Mortier, vus de Nans.

Pl. XXIV. — Id. — Vue sur Briasq, au-delà de la voute effondrée de Nans.

Pl. XXV. — Id. — Vue du Camp du Mortier sur Ferrier, Nans et la Baisse du Thiey.

Pl. XXVI. — Id. — Calern vu des Planestels de Caussols.

Pl. XXVII. — Id. — Accidents de la Barre de Calern, au nord du Bon Pré.

Pl. XXVIII. — Id. — Accident au nord du Val de Roure.

Pl. XXIX. — Id. — Barre de Séranon vue de Notre-Dame.

Pl. XXX. — Id. — Coupes géologiques et axes synclinaux de la commune d'Escragnolles (A.-M.).

Pl. XXXI. — Id. — Plan géologique au 1/40 000 de la commune d'Escragnolles (A.-M.).

Pl. XXXII. — Id. — Escragnolles. — Conrouan vu de Grangasse.

Pl. XXXIII. — Id — La montagne de Courmettes vue du Pré-du-Lac

Pl. XXXIV. — Id. — Gourdon et Courmettes vus des escarpements du ravin de Béal.

Pl. XXXV. — Id. — Vue de Gourdon sur le ravin de Béal.

Pl. XXXVI. — Id. — Vue du haut de la Lauve de Gourdon, sur la Combe de Saint-Christophe.

Pl. XXXVII. — Id. — Le Revest vu de la route de Courmes.

Pl. XXXVIII. — Id. — Courmes et Courmettes vus de Bramafau

Pl. XXXIX. — Léon Bertrand. — Schéma tectonique de la partie alpine des Alpes-Maritimes françaises. — 1/400 000.

Pl. XL. — Id. — Carte géologique structurale de la partie alpine des Alpes-Maritimes françaises. — 1/400 000.

Pl. XLI. — Id. — Coupes à travers la partie alpine des Alpes-Maritimes françaises. — 1/80 000.

Pl. XLII. — Id. — Id.

Pl. XLIII. — Id. — Fig. 1. — Aiguilles dolomitiques triasiques à Péone. — Fig. 2. Plis de la bordure du massif du Mercantour déversés vers le S. O. Vue prise dans le vallon de Roubion, côté amont.

Pl. XLIV. — Id. — Fig. 1. — Bord septentrional de la cuvette synclinale de Saint-Antonin. Vue prise de la route du Pas de Saint-Raphaël à Rorebel. — Fig. 2. Argiles et poudingues pliocènes du « delta du Var », s'appuyant, à Saint-Martin du Var, sur le Jurassique et le Trias de la colline de La Roquette.

Pl. XLV. — Charles Pellegrin. — Carte géologique du Mont Agel. — 1/80 000.

Pl. XLVI. — M. Cossmann. — Fossiles bathoniens de Courmes (A.-M.). — Fig. 1-2. *Amberleya cuspidata* Cossm., grandeur naturelle. — Fig. 3. *Exelissa præalpina* Cossm., grossi quatre fois. — Fig. 4. *Diatinostoma Guebhardi* Cossm., grandeur naturelle. — Fig. 5. *Nerinea* cf. *carinata* Piette. — Fig. 6-9 *Nerinella scalaris* [d'Orb.], grandeur naturelle et grossi deux fois. — Fig. 10-14. *Nerinella*

elegantula [d'Orb.], grandeur naturelle et grossi deux fois. — Fig. 15-17. *Corbula involuta* Münst., grossi quatre fois. — Fig. 18-19 et 22-23. *Astarte courmensis* Cossm , grossi deux fois. — Fig. 20-21. *Guebhardia veneriformis* Cossm., grandeur naturelle.

Pl. XLVII. — Id. — Id. — Fig. 1-3. *Sulcoactæon elatior* Cossm , grossi six fois. — Fig. 4. *Amberleya cuspidata* Cossm., grossi deux fois. — Fig. 5-6. — *Nerinea esparcyensis* Piette, grandeur naturelle. — Fig. 7-9. *Amberleya subpyramidalis* [d'Orb.], grossi trois fois. — Fig. 10. *Phasianella* cf. *variata* Lycett, grandeur naturelle. — Fig. 11. *Corbula involuta* Münst., grossi quatre fois. — Fig. 12-14. *Ampullospira Zetes* [d'Orb.], grossi deux fois. — Fig. 15-16. *Paracerithium marinalpinum* Cossm., grossi quatre fois. — Fig. 17-18. *Cerithiella corrugata* Cossm., grandeur naturelle. — Fig. 19-21. *Nerita minuta* Sow., grossi deux fois. — Fig. 22. *Guebhardia veneriformis* Cossm., grandeur naturelle.

Pl XLVIII. — W. Kilian et Ad. Guébhard. — Ammonites de l'Oxfordien et du Séquanien. — Fig. 1. *Aspidoceras* cf. *Lemani* E. Favre. Oxfordien du Cheiron près Coursegoules. Grandeur naturelle. — Fig. 2. *Perisphinctes Ribeiroi* Choffat et *Perisph. inconditus* Font. Plaque de calcaire séquanien. Colle de Mons. Réduction de 1/15e environ.

Pl. XLIX. — Id. — Ammonites séquaniennes. — Fig. 1. *Lytoceras Orsinii* Gemm. Séquanien supérieur du Collet de Rougiès (Cipières). Réduction de 1/15e environ. — Fig. 2 *a*. *Perisphinctes Frischlini* Opp. sp. (= *P. trifurcatus* Quenst.). Séquanien supérieur des environs de Mons. Vue des flancs. Grandeur naturelle. —Fig. 2 *b*. *Id*. Vue de la partie ventrale du même échantillon. Grandeur naturelle

Pl. L. — Id. — Id. — Fig. 1. *Simoceras* cf. *Malletianum* Font. sp. Kimeridgien inférieur des environs de Mons. Agrandissement d'un sixième. — Fig. 2 *a*. *Simoceras Sautieri* Font. sp. var. Kimeridgien inférieur des environs de Mons. Vue des flancs. Agrandissement de 1/5e environ. — Fig. 2 *b*. *Id*. Vue de la partie ventrale du même échantillon. — Fig. 3. *Simoceras Cafisii* Gemm. Kimeridgien inférieur des environs de Mons. Grandeur naturelle.

Pl. LI. — F. Koby. — Polypiers jurassiques de St-Vallier de Thiry (A.-M.). — Fig. 1-4. *Thecosmilia Guebhardi* Koby. Portlandien de St-Vallier, Valens. — Fig. 5. *Plesiophyllia calloviensis* K. Callovien de St-Vallier-la-Combe. — Fig. 6. *Stylina parcicosta* K. Kimeridgien de Mons; Bliauge (Var). — Fig. 7. *Cryptocœnia Thiessingi* K. Portlandien de St-Vallier-les-Vallons. — Fig. 8 *Diplocœnia Guebhardi* K. Portlandien de St-Vallier-Ferrier.

Pl. LII. — Id. — Id. — Fig. 1. *Thecosmilia Kiliani*, K. Portlandien de Coursegoules-Garavagne. — Fig. 2-3. *Calamophyllia Guebhardi* K. Bajocien de Roquefort-Clamarquier.

Pl. LIII. — Id. — Id. — Fig. 1. *Stylosmilia Fromenteli* K. Bathonien de Grasse-Raquevignon. — Fig. 1-2. *Stylosmilia flexuosa* K. Portlandien de St-Vallier-le Pilon.

Pl. LIV. — Id. — Id. — Fig. 1. *Convexastrea Kiliani* K. Bathonien de Roquefort-Clamarquier. — Fig. 2. *Microsolena contorta* K.

Bathonien de Grasse-Roquevignon. — Fig. 3-4. *Stephanocœnia oolitica* K. Bathonien de Grasse-Roquevignon. — Fig. 3 *a*. Grossissement triple d'une portion de la surface calicinale du type, fig. 3. — Fig. 5. *Astrocœnia Guebhardi* K. Bathonien de Roquefort-Clamarquier.

Pl. LV. — Id. — Id. — Fig. 1-3. *Calamophyllia Tomesi* K. Bajocien de Roquefort-Clamarquier. — Fig. 2 *a*. Quelques calices de l'un de ces Polypiers grossis trois fois. — Fig. 4. *Ceratocœnia tenuis* K. Bathonien de St-Vallier-Camplong.

Pl. LVI. — Id. — Id. — Fig. 1, 2, 2 *a*. *Dermoseris Guebhardi* K. Portlandien de St-Vallier-Valens. — Fig. 3-5. *Discocœnia conoidea* K. Bathonien inférieur de Cabris-l'Agast — Fig. 6. Exemplaire douteux de la même espèce. Bathonien de Saint-Cézaire-le Brusquet.

Pl. LVII. — W. Kilian. — Céphalopodes néocomiens (Alpes-Maritimes). — Fig. 1 *a*. *Holcostephanus Atherstoni* Sharpe sp. var. nov. Jeune individu. Hauterivien. Bargème. Côté siphonal. — Fig. 1 *b*. *Holcostephanus Atherstoni*. Vue des flancs du même individu. — Fig. 2 *a*. *Holcostephanus Guebhardi* n. sp. Hauterivien. Escragnolles. Face siphonale. — Fig. 2 *b*. *Holcostephanus Guebhardi*. Face ombilicale du même individu. — Fig. 3 *a*. *Hoplites Inostranzewi* Karak. Hauterivien inférieur. Clars près Escragnolles. — Fig. 3 *b*. *Hoplites Inostranzewi*. Autre échantillon de même provenance. — Fig. 4 *a*. *Hoplites Thurmanni* Pict. et Camp., sp., var. Jeune. Hauterivien inférieur d'Escragnolles. — Fig. 4 *b*. *Hoplites Thurmanni*. Face siphonale du même.

Pl. LVIII. — J. Repelin. — Fossiles turoniens du Var et des Alpes-Maritimes. — Fig. 1. *Aporrhais Gobyi* n. sp. Châteauvieux (Var). Collection Repelin (Don de M. Paul Goby). — Fig 2, 3, 4, 5. *Aporrhais Guebhardi* n. sp. La Selle d'Andon (A. M.). Collection Repelin (Don de M. Guébhard). — Fig. 6. *Aporrhais præalpina* n. sp. Colle des Bouis, Bargème (Var). Collection Repelin (Don de M. Guébhard). — Fig. 7. *Aporrhais raricostata* n. sp. Colle des Bouis. — Fig. 8. *Turritella difficilis* d'Orb. Selle d'Andon.

Pl. LIX. — Lambert et Savin. — Échinides nouveaux de Vence (A.-M.). — Fig. 1 *Maretia Guebhardi* de grandeur naturelle vu en dessus. Fig. 2. Le même vu en dessous. — Fig. 3. Le même vu de profil. — Fig. 4. Le même vu par derrière. — Fig. 5. Partie apicale du même, grossie de 3 diamètres, montrant la disposition des ambulacres et des tubercules. — Fig. 6. *Brissoides Oppenheimi* vu en dessus, de grandeur naturelle. — Fig. 7 Le même vu en dessous. — Fig. 8. Le même vu de profil. — Fig. 9. Le même vu par derrière. — Fig. 10. Partie apicale et antéro-latérale du même, grossie de 3 diamètres pour montrer la disposition des pétales et des tubercules.

DATE DE PUBLICATION

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

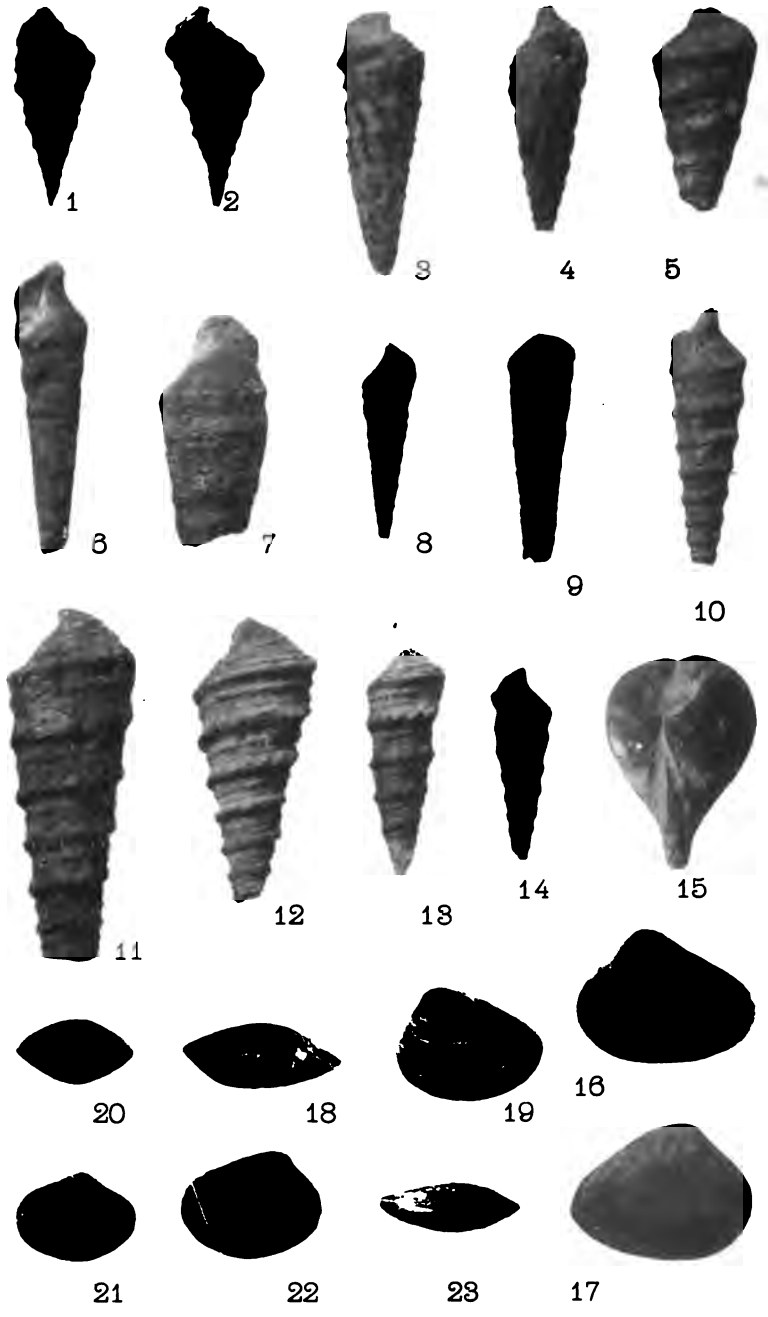
Fascicule	1 —	(feuilles 1-3),	avril 1902.
—	2 —	(— 4-14, Pl. I-V),	août 1902.
—	3 —	(— 15-23, Pl. VI-XI),	octobre 1902.
—	4 —	(— 24-32, Pl. XII-XVII),	février 1903.
—	5 —	(— 33-46, Pl. XVIII-XLV),	juillet 1904.
—	6 —	(— 45-61, Pl. XLVI-LIX),	août 1905.

ERRATA

P. 106, ligne 29,	*au lieu de :*	subdivision β,	*lire :*	subdivision γ.
111, — 8,	—	et dans *Asp. orthocera* d'Orb.	—	et dans l'autre à *Asp. orthocera* d'Orb.
111, — 29,	—	couches A.	—	couches α.
161, légende de la fig. 5	—	disparition des axes	—	disposition des arcs
533, note, 2e col.,	—	Barrêmien, Valanginien	—	Barrêmien, Hauterivien.
603, lignes 19, 20	—	(Pl. XXIII et fig. 65).	—	(Pl. XXII, XXIV et fig. 64, 65).

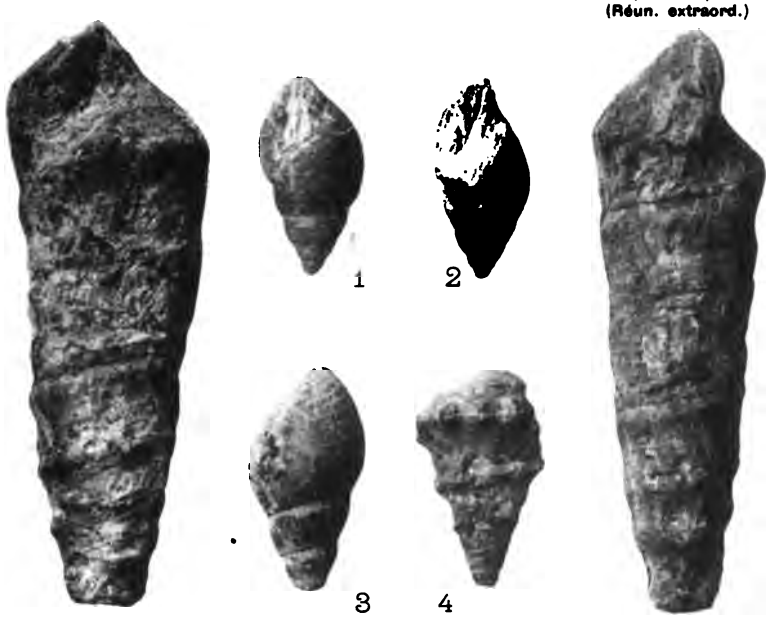
Les figures 83, 84, 85, 86, 87 des pages 630 à 634 doivent être numérotées respectivement 82, 83, 84, 85, 86. Les citations de ces figures dans le texte doivent être aussi modifiées dans le même sens.

LILLE. — Imp. LE BIGOT Frères.



Phototypie Sohier et Cie

Fossiles bathoniens de Courmes (A.-M.)



Phototypie Sohier et Cie

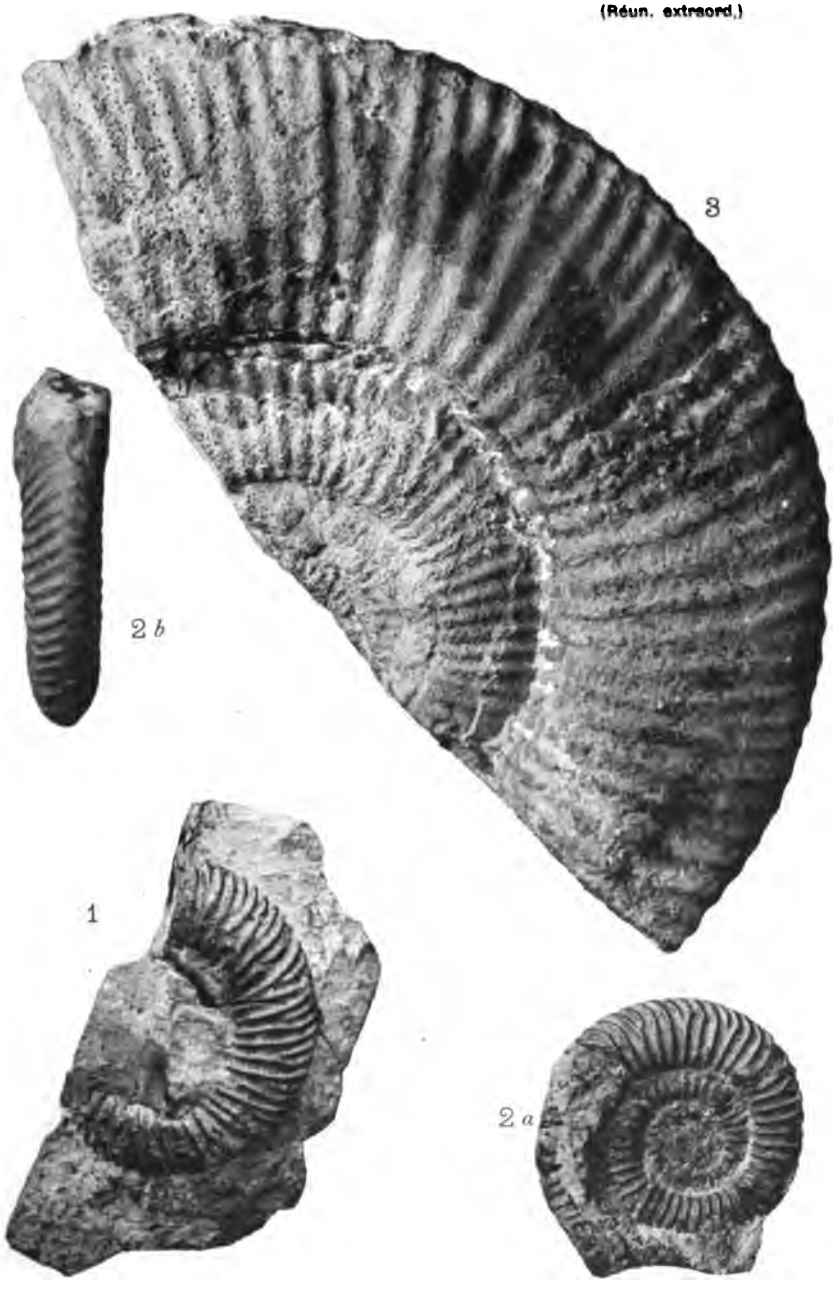
Fossiles bathoniens de Courmes (A.-M.)

Phototypie Sohier et Cie

Ammonites de l'Oxfordien et du Séquanien

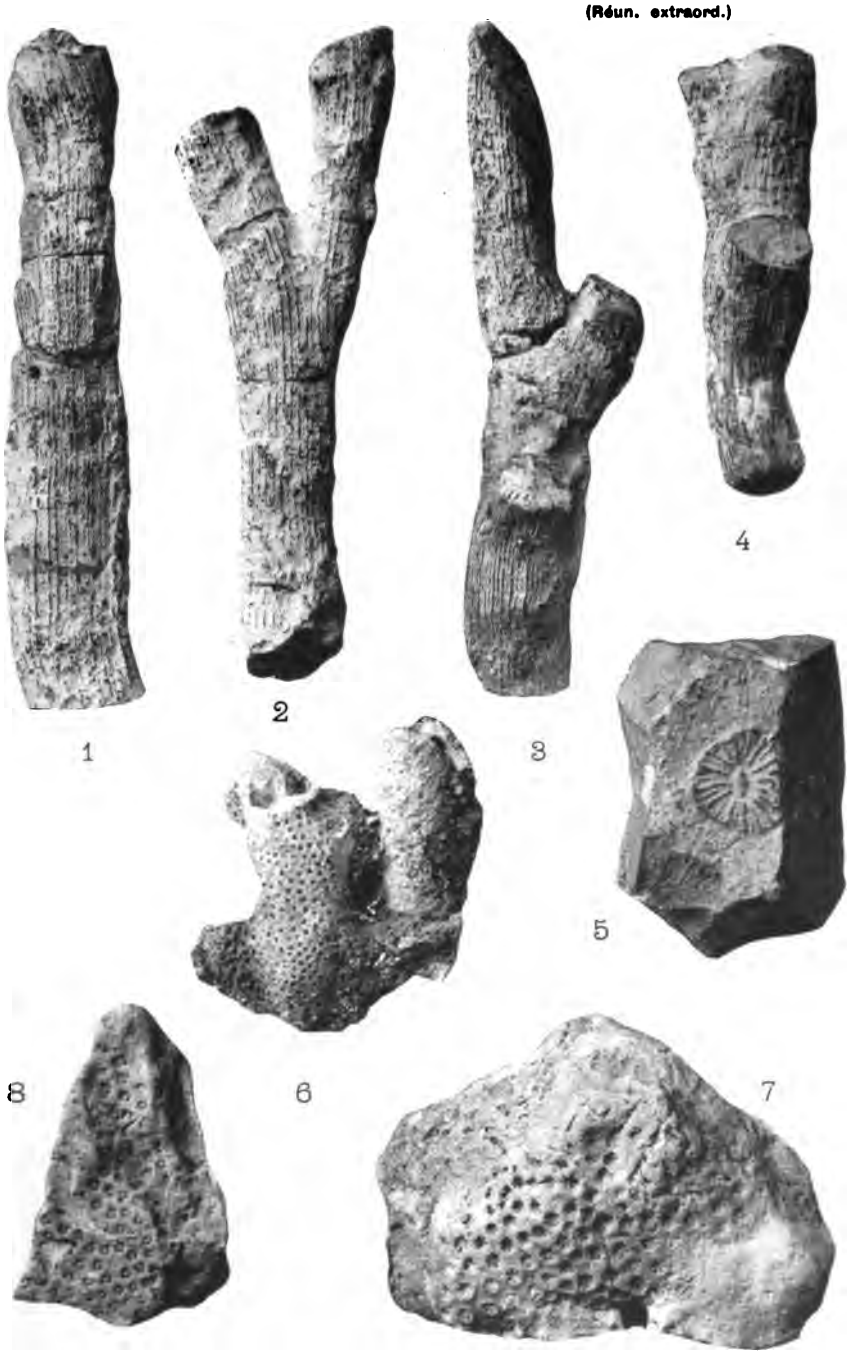
Phototypie Sohier et Cie

Ammonites séquaniennes



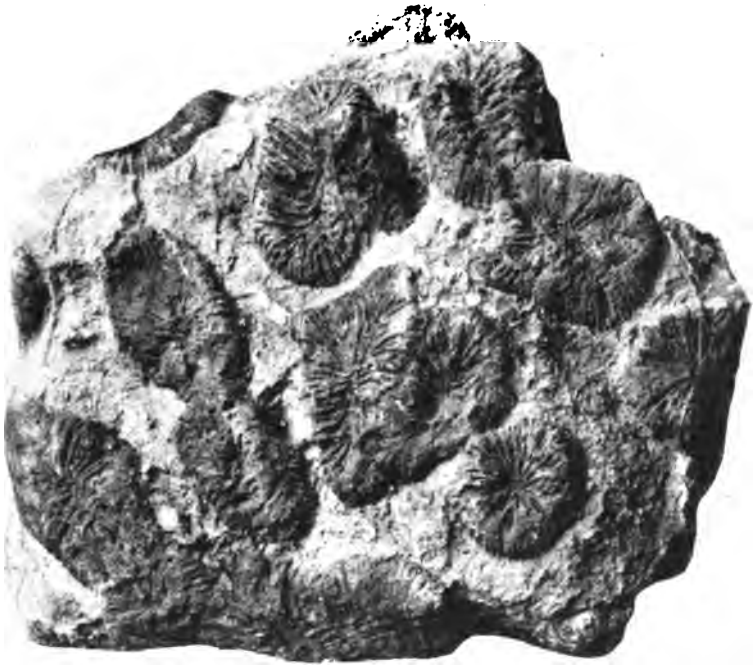
Phototypie Sohier et Cie

Ammonites séquaniennes



Clichés Sohier et Cie Phototypie Sohier et Cie

Polypiers jurassiques de St.-Vallier-de-Thiey (A.-M.)



1

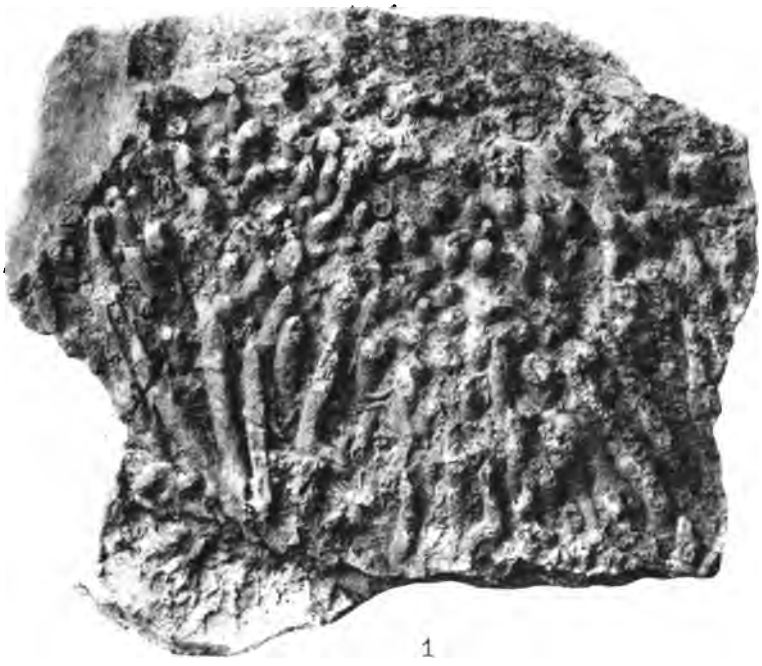
2

3

Clichés Sohier et Cie

Phototypie Sohier et Cie

Polypiers jurassiques de St.-Vallier-de-Thiey (A.-M.)



1

2

3

Clichés Sohier et Cie

Phototypie Sohier et Cie

Polypiers jurassiques de St.-Vallier-de-Thiey (A.-M.)

1

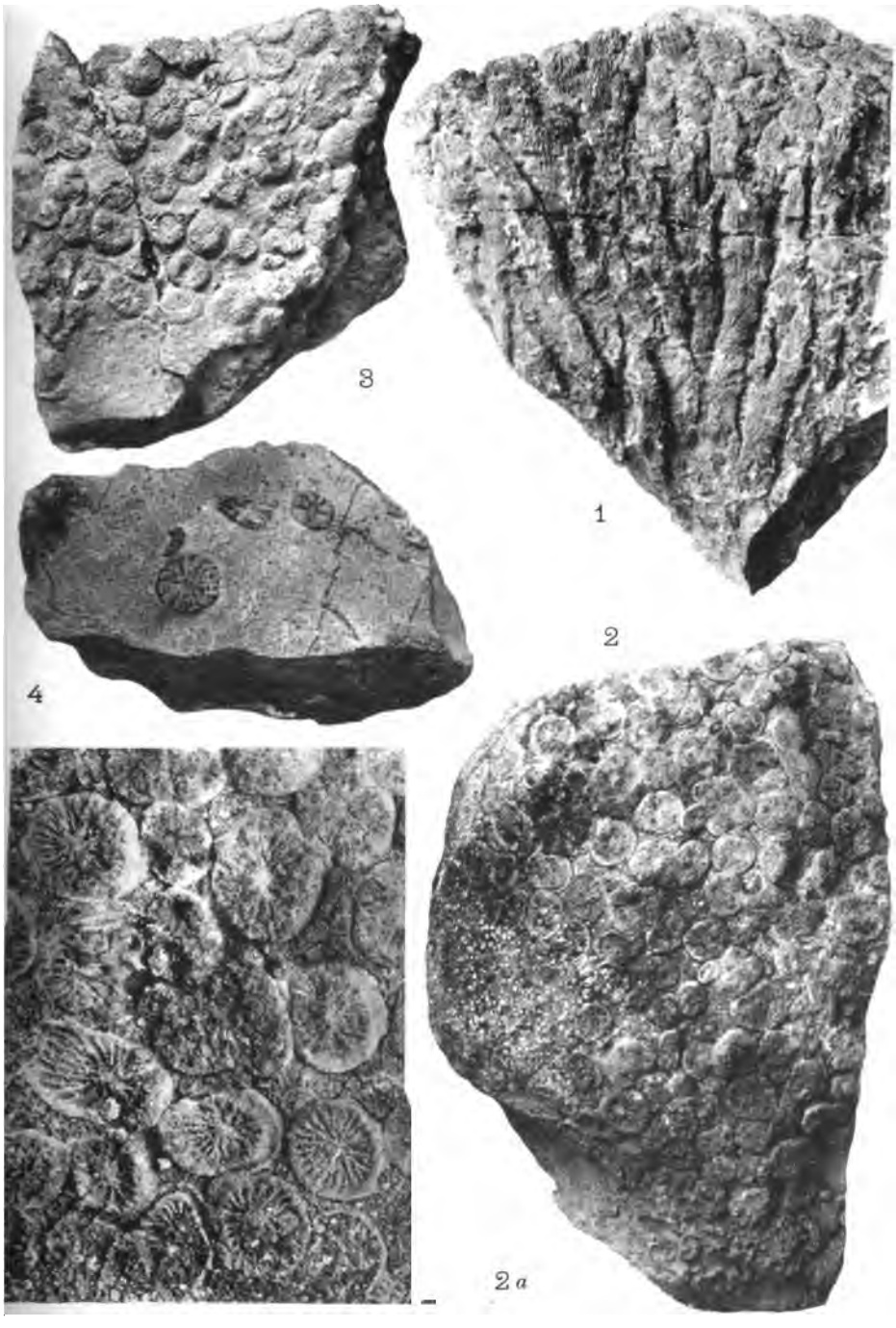
2

3 a

5

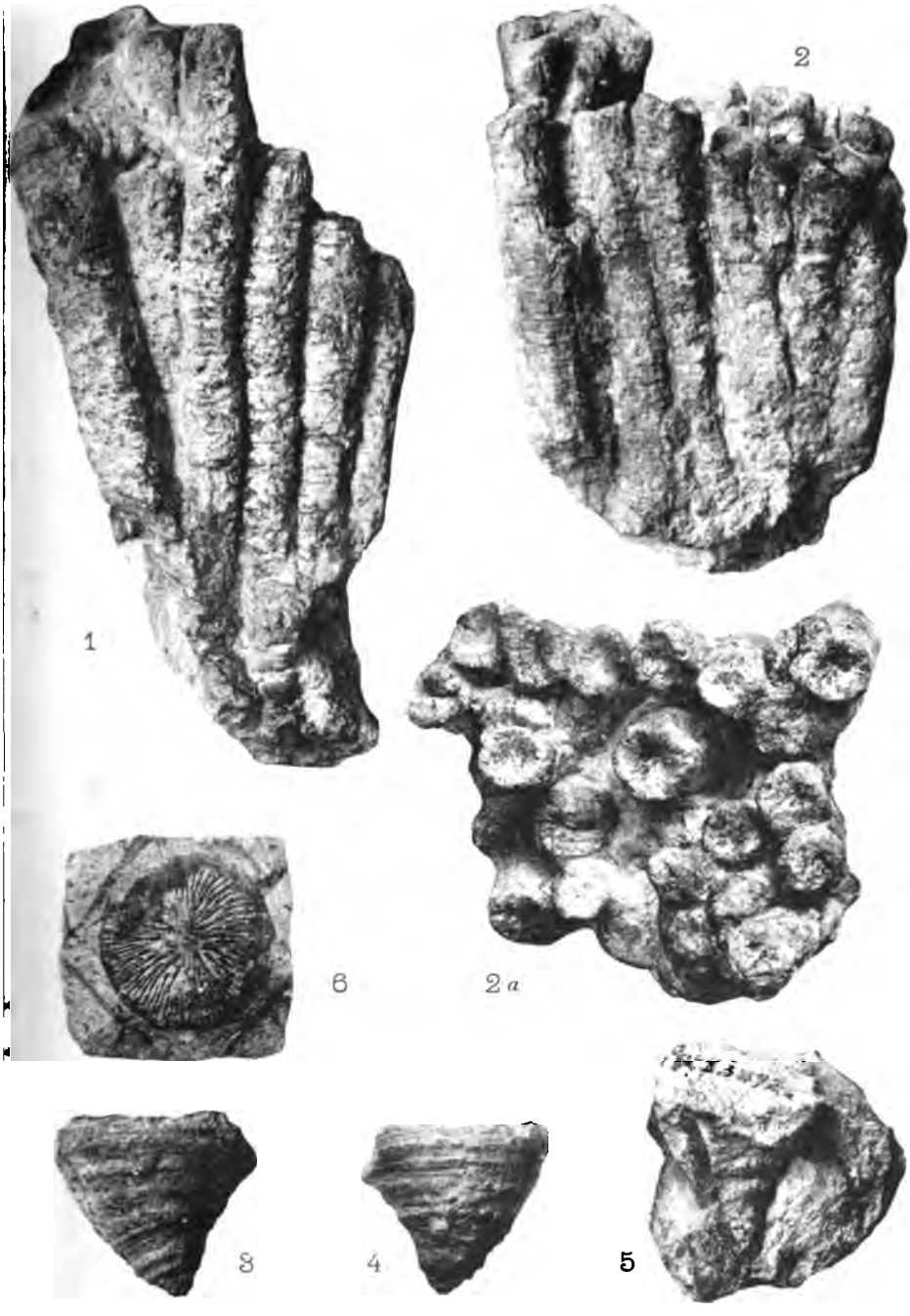
Clichés Sohier et Cie Phototypie Sohier et Cie

Polypiers jurassiques de St.-Vallier-de-Thiey (A.-M.)



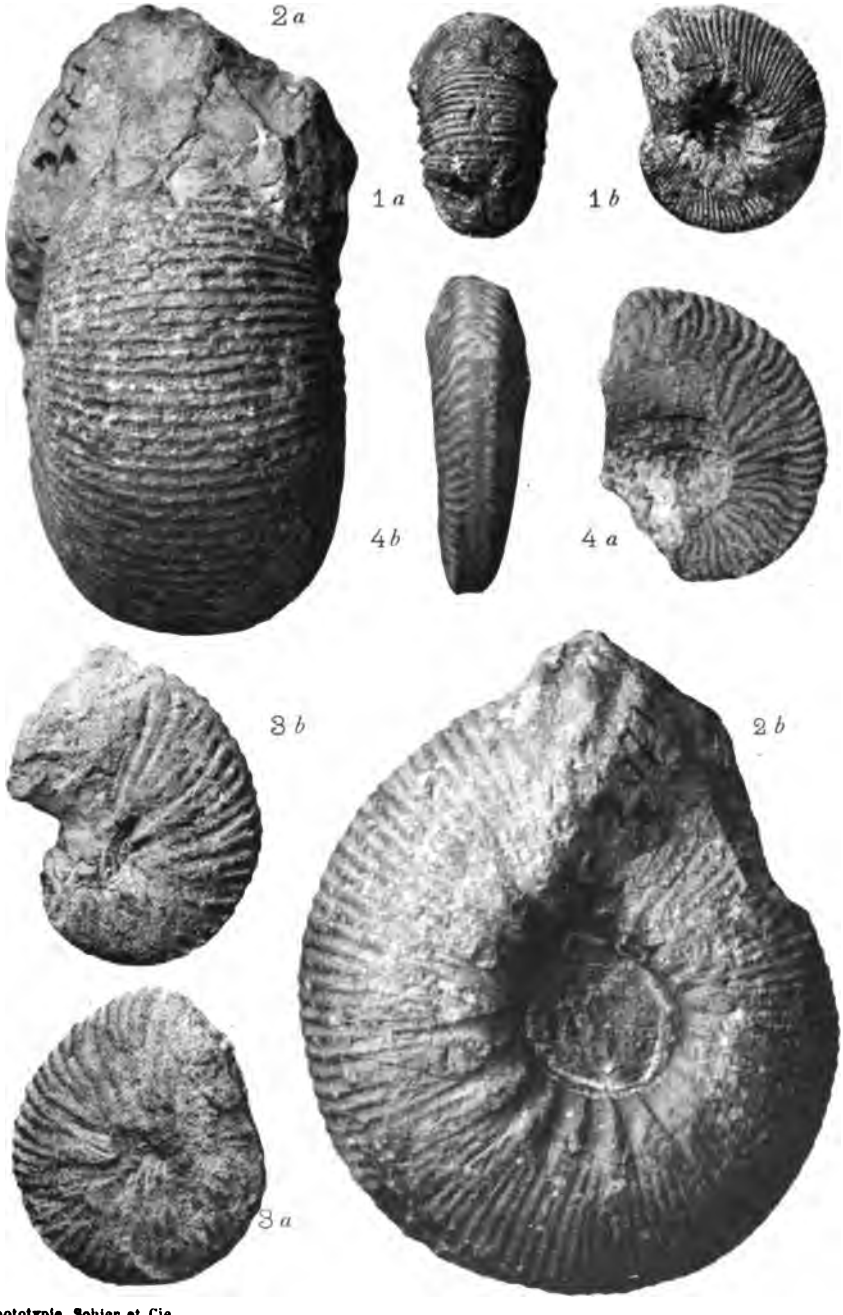
Clichés Sohier et Cie Phototypie Sohier et Cie

Polypiers jurassiques de St.-Vallier-de-Thiey (A.-M.)



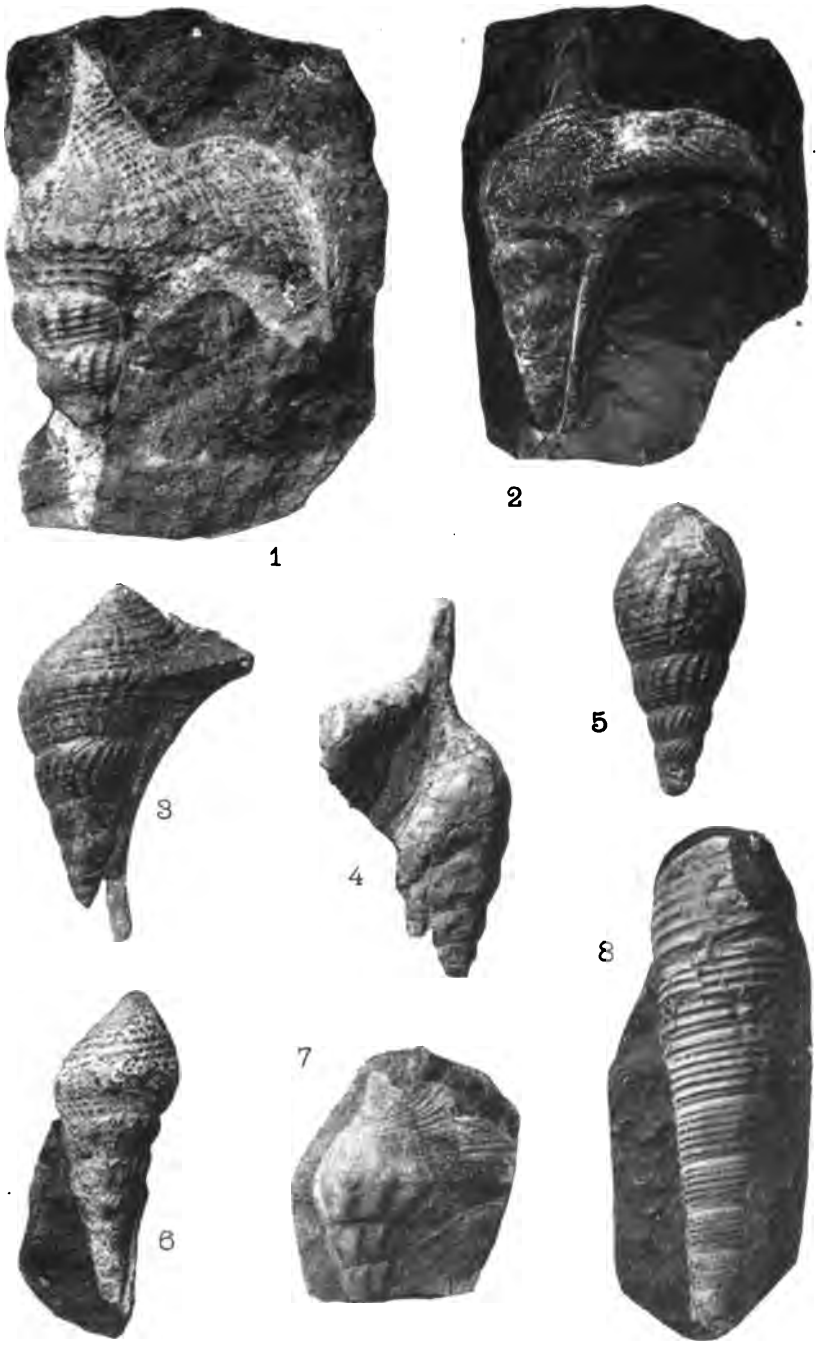
Clichés Sohier et Cie Phototypie Sohier et Cie

Polypiers jurassiques de St.-Vallier-de-Thiey (A.-M.)



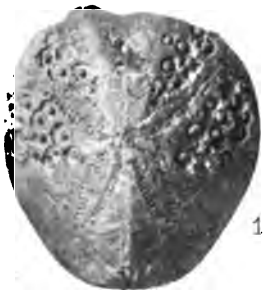
Phototypie Sohier et Cie

Céphalopodes néocomiens



Phototypie Sohier et Cie

Fossiles turoniens du Var et des Alpes-Maritimes



1

4

9

6

10 3/1

5 3/1

8

2

3

7

Clichés Sohier et Cie

Phototypie Sohier et Cie

Echinides nouveaux de Vence (A.-M.)

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

BOOKS REQUESTED BY ANOTHER BORROWER
ARE SUBJECT TO RECALL AFTER ONE WEEK.
RENEWED BOOKS ARE SUBJECT TO
IMMEDIATE RECALL

LIBRARY, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS

D4613 (12/76)